

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Хіміко-технологічний факультет

Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології

До захисту допущено

В.о. завідувача кафедри

Н.М. Толстопалова

(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” червня 2019 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 6.051301 – Хімічна технологія (161 Хімічні технології та інженерія)
(код і назва)

на тему: Технологічна схема очищення стічних вод з послідовним введенням адсорбенту

Виконала: студентка 4 курсу, групи ХН-51

Ткачук Олена Олегівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник доц., к.х.н. Іваненко І.М.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант:

з автоматичного регулювання

(назва розділу)

ст. викл. Лукінюк М.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

з економіко-організаційних рішень доц., к.т.н. Підлісна О.А.

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

з охорони праці

(назва розділу)

доц., к.т.н. Полукаров Ю.О.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент:

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет хіміко-технологічний
(повна назва)

Кафедра технології неорганічних речовин, водоочищення та загальної хімічної технології
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.051301 – Хімічна технологія (161 Хімічні технології та інженерія)
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ Н.М. Толстопалова
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Ткачук Олені Олегівні
(прізвище, ім'я, по батькові)**

1. Тема проекту Технологічна схема очищення стічних вод з послідовним введенням адсорбенту,
керівник проекту: доц., к.х.н. Іваненко І.М.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 07 травня 2019 р. №1221-С

2. Термін подання студентом проекту 05 червня 2019 р.

3. Вихідні дані до проекту: продуктивність по забрудненій воді 25 м³/год, концентрація іонів міді 400-600 мг/дм³.

4. Зміст пояснювальної записки: Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва. Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів. Характеристика і обґрунтування прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи. Опис технологічної схеми. Автоматичне регулювання та контроль виробництва. Економіко-організаційні розрахунки. Охорона праці. Екологічна безпечність виробництва. Інноваційна частина.

5. Перелік графічного матеріалу: технологічна схема цеху, схема дистанційного контролю та автоматичного регулювання технологічних параметрів, креслення загального вигляду головного апарата, плакат результатів розрахунку економіко-організаційної частини, плакат інноваційної частини.

6.Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	доц. Іваненко І.М,		
6	ст. викл. Лукінюк М.В.		
7	доц. Підлісна О.А.		
8	доц. Полукаров Ю.О.		

3. Дата видачі завдання

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва. Описання технологічної схеми виробництва. Креслення технологічної схеми на форматі А4	10 березня	
2	Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв. Характеристика прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.	20 березня	
3	Комп. набір технологічної частини пояснювальної записки.	31 березня	
4	Характеристика технологічного обладнання: розрахунок та вибір основних реакторів; розрахунок і вибір допоміжного технологічного обладнання.	16 квітня	
5	Автоматичний контроль та керування виробництвом	29 квітня	
6	Економіко – організаційні розрахунки	15 травня	
7	Охорона праці виробничого процес	21 травня	
8	Екологічна безпека виробництва	25 травня	
9	Оформлення пояснювальної записки, виконання креслень та ілюстративних плакатів	31 травня	
10	Попередній захист	15 червня	
11	Захист	18 червня	

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Технологічна схема очищення стічних вод
з послідовним введенням адсорбенту.

Київ – 2019 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 87 с.; 5 рис.; 16 табл.; 12 посилань; 3 додатки

В дипломному проекті розроблено технологічну схему очищення стічних вод металургійних і гальванічних виробництв з послідовним введенням адсорбенту. Наведено фізико-хімічні основи процесу адсорбції. Вибрано допоміжні матеріали у відповідності з діючими стандартами та технічними умовами. Проведені конструктивні та технологічні розрахунки основного та допоміжного обладнання.

Обрані засоби автоматичного контролю і регулювання на підставі технологічної схеми. Розраховано техніко-економічні показники даного цеху. Визначена собівартість очищеної води.

Розглянуто питання екологізації виробництва та техніки безпеки проведення виробничого процесу.

АДСОРБЦІЯ, АКТИВОВАНЕ ВУГІЛЛЯ, СТІЧНІ ВОДИ
МЕТАЛУРГІЙНИХ ВИРОБНИЦТВ, СТІЧНІ ВОДИ ГАЛЬВАНІЧНИХ
ВИРОБНИЦТВ, РЕАКТОР З МІШАЛКОЮ, АВТОМАТИЗАЦІЯ,

ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ, ОХОРОНА ПРАЦІ, ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ, ІННОВАЦІЙНА СКЛАДОВА

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 87 с.; 5 рис.; 16 табл.; 12 ссылок; 3 приложения.

В дипломном проекте разработана технологическая схема очистки сточных вод металлургических и гальванических производств с последовательным вводом адсорбента. Приведены физико-химические основы процесса адсорбции. Выбраны вспомогательные материалы в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями. Проведенные конструктивные и технологические расчеты основного и вспомогательного оборудования.

Выбраны средства автоматического контроля и регулирования на основании технологической схемы. Рассчитаны технико-экономические показатели данного цеха. Определена себестоимость очищенной воды.

Рассмотрены вопросы экологизации производства и техники безопасности проведения производственного процесса.

АДСОРБЦИЯ, АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ, СТОЧНЫЕ ВОДЫ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ, СТОЧНЫЕ ВОДЫ
ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ, РЕАКТОР С
МЕШАЛКОЙ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ, ОХРАНА

ABSTRACT

Explanatory note 87 pp.; 5 fig.; 16 tab.; 12 lib.; 3 appendices.

In bachelor project, developed a technological scheme of wastewater treatment of metallurgical and electroplating industries with sequential input of the adsorbent.

The physicochemical foundations of adsorption were considered. Selected raw materials, auxiliary materials in accordance with the applicable standards and specifications. Structural and technological calculations of the basic and auxiliary equipment were carried out.

Automatic control and regulation devices were chosen based on the selected technological scheme.

Technical and economical indexes of this department were calculated. The cost of purified water were determined.

The question of an ecological assessment of production and safety measures of carrying out production is considered.

ADSORPTION, ACTIVATED CARBON, WASTE WATER OF
METALLURGICAL MANUFACTURES, WASTE WATER GALVANICAL
PRODUCTION, REACTOR WITH MIXER, AUTOMATION, ECONOMIC

CALCULATION, LABOR PROTECTION, ENVIRONMENTAL PROBLEMS,
INNOVATIVE COMPONENT

ЗМІСТ

стор.

Вступ	12
1 Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва.....	13
1.1 Видалення іонів міді реагентним методом.....	13
1.2 Видалення іонів міді іонообмінним методом.....	14
1.3 Видалення іонів міді методом зворотнього осмосу.....	14
1.4 Адсорбційні методи.....	15
1.5 Методи з використанням коагулянтів і флокулянтів.....	15
1.6 Видалення іонів міді методом електрофлотації.....	16
2 Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів.....	18
2.1 Характеристика вихідної сировини.....	18
2.2 Характеристика продукції.....	18
2.3 Характеристика допоміжної продукції.....	19
3 Характеристика і обґрунтування прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.....	21
3.1 Загальні відомості про адсорбцію.....	21
3.2 Основи процесу адсорбції.....	22
3.3 Адсорбенти.....	24
3.4 Адсорбційні установки.....	25
3.5 Вплив параметрів технологічного процесу.....	26
4 Опис технологічної схеми очищення стічних вод з послідовним введенням сорбенту.....	28
5 Характеристика технологічного обладнання.....	30

					ДП ХН5124 1440 000 ПЗ			
Змн	Лист	№ докум	Підпис	Дат	Технологічна схема очищення стічних вод з послідовним введенням адсорбенту	Лит	Аркуні	Аркунів
Розроб		Ткачук О.О.						
		Іваненко І.М.					9	87
Реценз						КПІ ім.Ігоря Сікорського, ХТФ, ХН-51		
Н контр		Супрунчук В.І						
Затверд		Толстопалова Н.М						

5.1	Розрахунок основного апарату.....	30
5.2	Розрахунок товщини стінки.....	33
5.3	Розрахунок еліптичної днища (кришки).....	34
5.4	Розрахунок механічного фільтра.....	35
5.5	Розрахунок баку для накопичення води.....	36
5.6	Розрахунок насосу.....	37
6	Автоматичний контроль та керування виробництвом.....	40
6.1	Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації.....	40
6.2	Опис розробленої схеми автоматизації.....	41
7	Економіко-організаційні розрахунки.....	44
7.1	Оптимізація видів руху предметів праці.....	44
7.2	Організаційна структура відділу.....	46
7.3	Контроль виробництва.....	49
7.4	Баланс споживання оборотних фондів на підприємстві.....	52
7.5	Калькуляція на продукцію.....	53
7.6	Розрахунок техніко-економічних показників підприємства.....	54
8	Охорона праці.....	57
8.1	Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Заходи з охорони праці.....	57
8.1.1	Повітря робочої зони.....	57
8.1.2	Виробниче освітлення.....	60
8.1.3	Виробничий шум та вібрації.....	62
8.1.4	Електробезпека.....	63
8.1.5	Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання.....	66
8.2	Пожежна безпека.....	67
9	Екологічна безпека.....	70
9.1	Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів.....	70
9.2	Можливі варіанти екологізації.....	71

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ

9.3 Екологічний моніторинг та розрахунок екологічних платежів.....	72
10 Інноваційна складова.....	73
Висновки.....	75
Перелік посилань.....	77
Додатки.....	79

ВСТУП

За останні десятиріччя проблема забруднення стічних вод набула все більшої актуальності в всьому світі, в тому числі і в Україні. В процесі промислово-господарської діяльності сучасне суспільство використовує велику кількість води. В результаті чого більша частина вод забруднюється різноматніми речовинами, які негативно впливають на людський організм і загалом на екологію.

Істотним забрудником стічних вод є промислові підприємства. Технологічні процеси виробництв припускають утворення стоків, які наносять суттєву шкоду навколишньому середовищу.

Наприклад підприємства гірничовидобувної і гірничозбагачувальної промисловості, а також машинобудівні виробництва на яких присутні гальванічні цехи є основним джерелом міді в стічних водах. Іони міді високотоксичні і несуть негативний вплив на всі живі організми.

В стічних водах гальванічних підприємств мідь утворює аміачні, сульфатні, хлоридні, фторидні комплекси, які є дуже стійкими.

Метою даного проекту було розроблення технологічної схеми очищення стічних вод металургійних виробництв з послідовним введенням сорбенту.

					<i>ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ</i>	Арк 11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

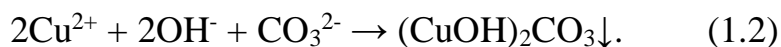
Одними із основних забруднюючих речовин, які містяться в стічних водах машинобудівельних підприємств, підприємств кольорової металургії, приборобудування і гірничовидобування є іони міді.

За вмістом сполук міді має проводитися обов'язковий нагляд у всіх середовищах, а особливо у стічних водах. Тому що коли іони міді накопичуються в навколишньому середовищі вони представляють серйозну небезпеку.

Існує багато методів очистки стічних вод від важких металів, а саме від йону міді. Ці методи мають певні області застосування.

1.1 Видалення іонів міді реагентним методом

В сучасних методах очистки особливу роль приділяють реагентному способу, оскільки він достатньо простий. Очистка стічних вод від міді ґрунтується на осадженні її у виді гідроксиду або гідроксиду карбонату. Недоліком цього способу є те що осадження можливе тільки при рН 5,3.



Як реагенти використовуються також вапно, сульфід натрію. У цих способів також є недоліки. Наприклад, при взаємодії з вапном відбувається забруднення іонами кальцію. Сульфід натрію починає гідролізувати, і при підлученні розчинів можливе виділення сірководню.

Можливе також використання фероціаніду калію як реагенту, тому що фероціанід міді має низьку розчинність.

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Видалення іонів міді іонообмінним методом

Метод ґрунтується на пропусканні вод через іонообмінні смоли, а саме через суміш слабокислотного катіоніту в Н формі і сильноосновного аніоніту в ОН формі при співвідношенні 1:1.

Одним з недоліків цього способу є розділення катіоніту і аніоніту і наступна їх роздільна регенерація. І також використання аніонітів в Н формі призводить до зниження їх ємності по іону міді.

Ще можливий спосіб пропускання вод через фосфорнокислий поліамфоліт в змішаній Na/H формі. Недоліком даного способу є неможливість встановлення оптимального відношення Na і H форм катіоніту при його регенерації промивною водою.

1.3 Видалення іонів міді методом зворотного осмосу

На сьогоднішній день дуже популярний є метод очищення вод зворотнім осмосом. Цей метод бере за основу мембранний метод очистки. Відрізняється тільки тим, що до розчину застосовують тиск зворотній осмотичному. Мембрани влаштовані таким чином, що не пропускають частинки домішок, і в той же час очищений від них розчин вільно переміщається за перегородку.

Однією з переваг зворотного осмосу є те, що в процесі очистки води від міді розчин не нагрівається. Метод зворотного осмосу може потребувати попередньої і очистки і доочистки, в залежності від того які ще речовини присутні в розчині.

Метод достатньо економічний, оскільки не потребує великих енергетичних затрат. Установка має невеликі габарити, що не відображається на продуктивності.

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Адсорбційні методи

Адсорбційні методи очистки стічних вод відносяться до високоефективних і найбільш екологічно чистим методам. Найбільш популярними при очистці стічних вод від іонів важких металів є вуглецеві сорбенти, кремнезем, торф і продукти його перероблення. Для доочистки стічних вод від іонів важких металів при вихідних концентраціях до 10 мг/дм³ перспективними вважаються ксантогенати крохмалю.

Одним із основних факторів, визначаючих ефективність адсорбції являється величина рН. Максимум сорбції досягається при рН 4.

Адсорбційні методи економічно вигідні лише при умові багаторазового використання сорбентів.

1.5 Методи з використанням коагулянтів і флокулянтів

Очистка стічних вод з використанням коагулянтів і флокулянтів має широке використання серед фізико-хімічних методів.

В якості коагулянтів використовують солі алюмінію, заліза та їх суміші.

При очищенні стічних вод від іону міді використовують сульфат алюмінію, алюмінат натрію, гідроксохлорид алюмінію, тетраоксосульфати алюмінію-калію і алюмінію-амонію. Сульфат алюмінію проявляє свою ефективність при рН 5-7,5, а алюмінат натрію при рН 9,3-9,8.

Із солей заліза в якості коагулянтів використовують сульфати заліза, хлорид заліза. Очистка з найбільшою ефективністю відбувається при використанні солей тривалентного заліза.

За останні роки все більше використовують новий високо ефективний титановий коагулянт. Він дозволяє очищати стічні води гальванічного

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виробництва від іонів міді і ступінь очищення становить 50-70 %.

При очищенні стічних вод від іонів міді використовують природні і синтетичні флокулянти, вони покращують процес коагуляції. В процесі очищення флокулянтами утворюються міцели, які можуть мати і позитивний і негативний заряд. Для утворення міцел при флокуляції використовують різноманітні поліелектроліти.

Недоліком всіх методів очистки води з використанням коагулянтів і флокулянтів є низька ефективність. Це пояснюється тим, що сам процес коагуляції нешвидкий. Гідроліз коагулянту повільний і мала швидкість пластівцеутворення при низьких температурах [2].

1.6 Видалення іонів міді методом електрофлотації

Метод ґрунтується на утворенні великої кількості бульбашок газу за допомогою електролітичного методу. Бульбашки піднімаються на поверхню рідини (в даному випадку води, що очищається) разом з іонами міді. Піна, яка утворилася на поверхні видаляється механічно.

Розмір і інтенсивність утворення бульбашок залежать від складу і температури електроліту, поверхневого натягу на границі поділу фаз. Змінюючи ці параметри можна регулювати розмір і інтенсивність виділення бульбашок. Тобто ці значення можна коректувати в залежності від характеру забруднень технологічного процесу очистки води.

Швидкість електрофлотації в значній мірі залежить від температури рідини, що очищається. При збільшенні температури зменшується в'язкість і поверхневий натяг на границі фаз, що інтенсифікує процес розділення. Метод електрофлотації достатньо перспективний при очищенні стічних вод і вилучення з них металів, в розчиненому вигляді. Цей метод має ряд переваг:

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можливість регулювання ступеня очистки шляхом зміни тільки одного параметру, висока ступень дисперсності газових бульбашок. Але перед електрофлотацією необхідно провидити попередню очистку стічних вод від грубодисперсних домішок. Крім того електрофлотація не завжди забезпечує потрібну ступінь очистки.

Отже, для видалення іону міді недостатнє використання тільки флотаційних методів. Для збільшення ефективності рекомендується поєднувати електрофлотацію і фізико-хімічні методи [2].

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

2.1 Характеристика сировини

Вхідною сировиною є стічна вода, що надходить після гальванічних цехів і промислових виробництв. Характеристика наведена в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Характеристика забрудненої води на підприємствах

Стічні води	Вміст, мг/дм ³
Гальванічного виробництва	120-200
Гірничого виробництва	300-400
Виробництво переробки кольорових металів	400-450

2.2 Характеристика продукції

Продуктом даного виробництва є стічна вода, яка очищена від сполук міді до потрібних концентрацій для подальшого використання у процесі виробництва.

А також вода очищена до встановлених концентрацій для відведення її в стоки.

Допустимі концентрації міді у водних об'єктах:

- Для стічних вод 1 мг/дм³;
- Для господарського побутових 0,1-0,5 мг/дм³;
- Для рибогосподарських 0,001-0,1 мг/дм³.

До цієї стічної води також встановлено інші вимоги до її складу властивостей.

					<i>ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ</i>	<div>Арк 18</div>
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температура не повинна перевищувати 40°C;
- рН в межах 6,5-9,0;
- не допускається вміст кислот, горючих сумішей, розчинених газоподібних речовин, які можуть утворювати токсичні гази;
- БСК повинне бути не більше 350 г/м³.

2.3 Характеристика допоміжної продукції

Для адсорбції в якості адсорбенту було вибрано вугілля марки Norit SAE SUPER – порошкове активоване вугілля, розроблене для очистки стічних вод. Це вугілля володіє універсальними властивостями по адсорбції як низькомолекулярних так і високомолекулярних речовин.

Загальні характеристики:

Йодне число – 1050.

Адсорбція метиленового синього – 28 г/100 г.

Загальна площа поверхні (BET) – 1150 м²/г.

Насипна густина – 425 кг/м³.

Частинки розміром >150 мкм – 3%.

рН – лужний [5].

Вугілля Norit SAE SUPER окиснене нітратною кислотою, для надання вугіллю кращих адсорбційних властивостей. Згідно ГОСТу 53789-2010 надано характеристики нітратної кислоти в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристика нітратної кислоти

Показник	Норма сорту		
	Вищий	1-й	2-й
Зовнішній вигляд	Прозора без кольору або трохи зафарбована в жовтий колір рідина без механічних домішок		
Масова частка для нітратної кислоти, % не менше	57,0	56,0	46,0
Масова частка оксидів азоту (в перерахунку на N_2O_4), % не більше	0,07	0,10	0,20
Масова частка залишку після прожарювання, % не більше	0,004	0,020	0,050

Для надання вугіллю магнітних властивостей його поверхню модифікували металічним кобальтом. В якості джерела кобальту використовували кристалогідрат $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$. Характеристика кристалогідрату згідно ГОСТу 4528-78 наведена в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Характеристика кристалогідрату $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$

Показник	Чистий для аналізу	Чистий
Масова доля $Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, % не менше	99	977
Масова доля нерозчиних у воді сполук, % не більше	0,003	0,01
Масова доля сульфатів, % не більше	0,003	0,01
Масова доля хлоридів, % не більше	0,001	0,005
Масова доля амонійних солей, % не більше	0,05	0,6
Масова доля кальцію, % не більше	0,005	0,02
Масова доля магнію, % не більше	0,005	0,01
pH з масовою долею 5 %	3-5	3-5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ

3 ХАРАКТЕРИСТИКА І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА. ХІМІЗМ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ І ОБҐРУНТУВАННЯ НОРМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ

3.1 Загальні відомості про адсорбцію

Адсорбція – це процес концентрування речовин в об’ємі або на поверхні твердого тіла. При взаємодії рідини із твердим тілом молекули рідини переходять на поверхню твердого тіла і втримуються на ньому. Це тверде тіло називається адсорбентом. Концентрування поглинаючої речовини може відбуватися і на поверхні і в об’ємі пор адсорбенту. Речовина, яка поглинається називається адсорбатом [1].

Загалом адсорбцію, як метод очищення вод використовують для:

- видалення кольорових домішок, які сприяють появі кольоровості, запаху та присмаку. А саме це сполуки фульвокислот і гумінових кислот;
- очищення вод від органічних речовин. Дуже часто цей спосіб використовують як доочищення біологічних стічних вод. Очищення води від органічних домішок адсорбційним методом доцільне при вмісті органіки не більше 2000-3000 мг/дм³;
- видалення хлору в процесах підготовки питної води;
- очищення від групи органічних речовин одного класу на локальних очисних спорудах;
- вилучення з стічних вод цінних розчинених речовин;
- вилучення з стоків промислових виробництв тяжких металів.

Верхня межа використання адсорбційних методів становить 1000 мг/дм³, нижня складає 5 мг/дм³ [3].

Перевагою адсорбційних методів насамперед є висока ефективність, а також можливість не тільки очищення стічних вод але і вилучення токсичних

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

речових з наступною їх утилізацією, або видалення їх разом з адсорбентом. Ефективність цього методу складає 80-95 %. Цей метод є достатньо економічним.

3.2 Основи процесу адсорбції

Адсорбція розчинених речовин – перехід молекули розчиненої речовини з розчину на поверхню твердого адсорбенту під дією сили. Це сила міжмолекулярної взаємодії Ван-дер-Ваальса. При переході спостерігається два види міжмолекулярної взаємодії. Перша це взаємодія молекул розчиненої речовини з молекулами поверхні сорбенту. Друга – молекул розчиненої речовини з молекулами води в розчині (гідратація). Саме різниця між цими двома силами міжмолекулярної взаємодії і є та сила завдяки якій утримується вилучена речовина на поверхні адсорбенту.

Чим більша енергія гідратації молекул розчиненої речовини, тим більше протидіють ці молекули при переході на поверхню сорбенту і тим слабше адсорбується речовина з розчину.

Ефективність адсорбційного очищення води оцінюють, виходячи з ізотерми адсорбції речовини з розчину і питомого адсорбційного об'єму сорбенту.

Ізотерма адсорбції аналітично описується рівнянням Ленгмюра. Це рівняння після перетворення емпіричних коефіцієнтів і допущень, які зроблені з врахуванням слабо-концентрованого розчину стічних вод, має вигляд:

$$\alpha = K_{\text{адс}} \cdot C_{\text{рівн}} \quad (3.1)$$

де α – питома адсорбція, кг/кг;

$K_{\text{адс}}$ – адсорбційна константа розподілення сорбату між сорбентом і розчином;

$C_{\text{рівн}}$ – рівноважна концентрація адсорбуючої речовини на сорбенті, кг/кг.

Речовини які добре адсорбуються з стічних вод мають випуклу ізотерму адсорбції, а ті які погано адсорбуються – вигнуту. Ізотерму адсорбції визначають експериментальним шляхом. І саме вона визначає можливість використання адсорбції для очищення води і граничне значення питомої витрати адсорбенту.

Питомий адсорбційний об'єм – це характеристика сорбенту. Залежність питомого адсорбційного об'єму речовини від рівноважної концентрації розчину

При постійній температурі і є ізотерма адсорбції.

В загальному процес адсорбції складається з трьох стадій:

- перенесення речовини із стічних вод до поверхні зерен адсорбенту (зовнішньо-дифузійна область);
- процес адсорбції;
- перенесення речовини всередині зерен адсорбенту (внутрішньо-дифузійна область).

Швидкість власне адсорбції велика і не лімітує загальну швидкість процесу. Тому, лімітуючою стадією може бути або зовнішня або внутрішня дифузія. В деяких випадках процес лімітується двома цими стадіями.

В зовнішньо-дифузійній області швидкість масопереносу визначається турбулентністю потоку, який залежить від швидкості рідини. В внутрішньодифузійній області інтенсивність масопереносу залежить від виду адсорбенту, а також від розміру його пор, форм і розміру зерен. Враховуючи всі ці чинники, визначають умови при яких адсорбція іде з оптимальною швидкістю.

Процес краще проводити при таких гідродинамічних режимах, щоб він лімітувався в внутрішньо-дифузійній області. При розмірі частинок 2,5 мм швидкість становить 1,8 м/год. Якщо значення менше вказаних процес лімітується зовнішньо-дифузійною областю, при більших значеннях – внутрішньо-дифузійною[1].

3.3 Адсорбенти

В якості сорбентів застосовують різні штучні і природні пористі матеріали: золу, коксову стружку, торф, силікагелі, алюмогелі, активні глини і інші.

Ефективними сорбентами є активовані вугілля різних марок. Пористість активованого вугілля складає 60-70%, а питома площа поверхні 400-900 м²/г. Адсорбційні властивості активованого вугілля в значній мірі залежить від структури пор, їх розміру.

В залежності від розміру пор активоване вугілля ділиться на великопористі, дрібнопористі і змішаного типу. Пори по своєму розміру також розділяються на три види:

- макропори (розміром 0,1-2 мкм);
- перехідні пори (розміром 0,004-0,1 мкм);
- мікропори (розміром не менше 0,004 мкм).

Макропори і перехідні пори виконують роль транспортних каналів, а сорбційна властивість активованого вугілля визначається в основному мікропористою структурою. Розчинені речовини, які мають розміри не менше 0,001 мкм, заповнюють об'єм мікропор сорбенту, повна ємність яких відповідає поглинаючій властивості сорбенту.

Активність сорбенту характеризується кількістю поглинаючої речовини на одиницю об'єму або маси сорбенту (кг/м³, кг/кг)[3].

Активовані вугілля повинні погано взаємодіяти з молекулами води, мати високу адсорбційну ємність, високу селективність. Вони повинні бути механічно стійкими і мати хорошу змочуваність.

Таблиця 3.1 – Характеристики активованого вугілля різних марок

Параметр	Вугілля марки		
	Norit SAE SUPER	Filtrisorb 300	Filtrisorb 400
Насипна густина, г/см ³	0,425	0,46	0,425
Ефективний розмір, мм	0,015	0,8-1,0	0,6-0,7
Адсорбція			
- йоду, мг/г	1050	950	1050
- метилового синього, мг/г	280	230	260
Площа питомої поверхні, м ² /г	1150	950	1050
Вологість, % max	6	2	2

Адсорбційні методи очистки є економічно доцільними тому що можливе багаторазове використання адсорбентів. Дуже важливою стадією процесу адсорбційної очистки є регенерація. Регенерація буває рекуперативна та деструктивна. Рекуперативні методи дозволяють вилучити з відпрацьованих сорбентів речовини, що мають технічну цінність. Деструктивні використовують в тих випадках, коли з багатокомпонентних стічних вод важко вилучати окремі речовини. Речовини, які адсорбувалися вилучають з вугілля перегрітою парою або нагрітим інертним газом. Температура пари при цьому 200-300°C, а газу 120-140°C.

3.4 Адсорбційні установки

Схеми адсорбційних установок бувають:

- безперервної дії;
- з послідовним введенням сорбенту;
- з проточним введенням сорбенту.

В цих схемах найчастіше використовують три типи масообмінних апаратів:

з нерухомим шаром адсорбенту, з псевдозрідженим шаром і з механічним

								Арк 25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ			

перемішуванням. Вони принципово відрізняються умовами контакту адсорбенту з водою.

В даному проекті розглядається установка з послідовним введенням сорбенту і механічним перемішуванням.

Апарати з перемішуванням використовують у процесах очищення стічних вод порошкоподібним активованим вугіллям. Воно має ряд переваг в порівнянні з гранульованим. Порошкове вугілля має меншу вартість, а також більшу швидкість поглинання речовин з розчину. Слід зазначити зручність гідравлічного транспортування порошкоподібного вугілля.

3.5 Вплив параметрів технологічного процесу

Процес адсорбції залежить від ряду факторів:

- від температури. При збільшенні температури адсорбція зменшується, оскільки збільшується енергія теплового руху і все більша частина молекул адсорбату здатна перебороти притягання до поверхні. Цей процес називається десорбцією.

- від концентрації розчину. Зі зростанням концентрації розчину при сталій температурі адсорбція збільшується.

- від величини площі поверхні адсорбенту (S). Величина S для всіх адсорбентів різна. В пористих і непористих адсорбентах вона відрізняється на кілька разів. Тому для порівняння користуються абсолютною величиною адсорбції (α , ммоль/м²), віднесеної до одиниці поверхні:

$$\alpha = a/S. \quad (3.2)$$

Абсолютна величина адсорбції при певній температурі і тиску залежить тільки від природи і структури поверхні адсорбенту.

Для підведення підсумку наведемо основні технологічні параметри яких

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

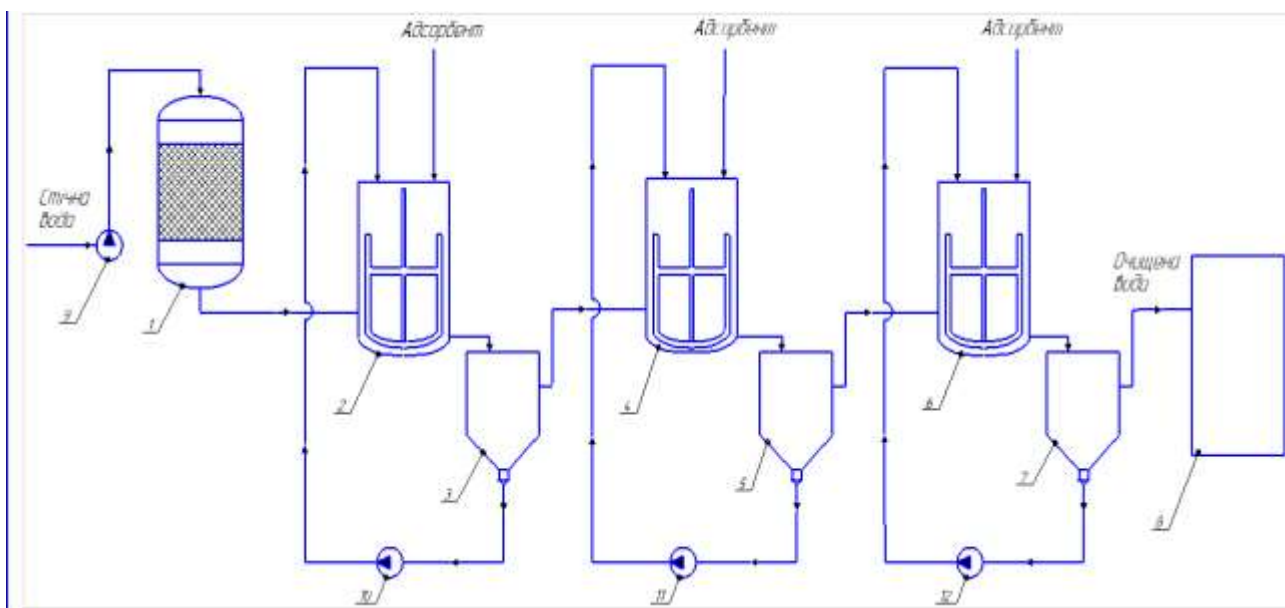
необхідно дотримуватись для того, щоб очищення забруднених вод методом адсорбції пройшло відбулось найповніше. Процес очищення відбувається при температурі 15-20°C. Оптимальна тривалість адсорбції 40-60 хвилин.

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД З ПОСЛІДОВНИМ ВВЕДЕННЯМ СОРБЕНТУ

Запропонована технологічна схема очищення стічних є ефективною і включає сучасні рішення щодо автоматизації технологічного процесу. Мета очищення стічних вод – вилучення з них сполук міді після промислових підприємств.

На рисунку 4.1 зображена технологічна схема очищення стічних вод від міді з послідовним введенням сорбенту.



1 – механічний фільтр; 2, 4, 6 – апарат з мішалкою; 3, 5, 7 – відстійники;
8 – бак для очищеної води; 9, 10, 11, 12 – насоси.

Рисунок 4.1 – Технологічна схема очищення стічних вод з послідовним введенням сорбенту

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ

До цеху очищення стічна вода надходить по сталевих трубах, а потім насосом подається на механічний фільтр, для доочищення від механічних та колоїдних домішок. Після фільтру вода поступає на перший цикл адсорбційного очищення.

Спочатку вода змішується з адсорбентом в апараті з мішалкою і там проходить власне процес адсорбції, який триває 60 хвилин. Потім ця суспензія надходить у відстійник, для розділення води і сорбенту. Адсорбент який має магнітні властивості осідає на дно і повертається назад у цикл. Так він проходить 3-4 цикли. А вода поступає на наступний цикл очищення.

Для більш повного очищення встановлено три цикли, після проходження яких вода подається в бак для очищеної води.

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

В якості головного апарату було обрано апарат з перемішуючим рамним пристроєм, для кращого перемішування всього об'єму рідини в ємності. Так як на валу встановлюють декілька пар горизонтальних лопатей. Рамні мішалки відрізняються міцністю конструкції і придатні для перемішування густих і в'язких рідин. Діаметр рамної мішалки максимально наближений до діаметру апарату, що дозволяє захоплювати при перемішуванні частинки, що осідають, це не допускає залипання на стінках і перегріву рідини.

5.1 Розрахунок основного апарату

Було виконано розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції.

Параметричний розрахунок перемішуючого апарату [4] проведений з використанням наступних вихідних даних.

Об'ємна продуктивність, V_{Π}	- 25 м ³ /год;
Робоча температура, T	- 20 °С;
Густина води, $\rho_{\text{в}}$	- 1000 кг/м ³ ;
Густина вугілля, $\rho_{\text{ву}}$	- 370 кг/м ³ ;
В'язкість води, $\mu_{\text{в}}$	- 8,94·10 ⁻³ Па·с;
Поверхневий натяг води, $\sigma_{\text{т}}$	- 0,072 Н/м;
Час перемішування, τ	- 1 год.

Обчислюємо внутрішній об'єм апарату з перемішуючим пристроєм:

$$V_{\text{апарату}} = \frac{V_{\Pi} \cdot \tau}{K} = \frac{25 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \cdot 1 \text{ год}}{0,78} = 32 \text{ м}^3,$$

де K – коефіцієнт заповнення, який знаходиться в межах [0,6-0,8].

Об'єм суспензії, який перебуває в апараті:

$$V_{\text{суспензії}} = V_{\text{п}} \cdot \tau = 25 \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \cdot 1 \text{ год} = 25 \text{ м}^3.$$

Експериментально підібрали діаметр перемішуючого пристрою:

$$D_{\text{мішалки}} = 2,25 \text{ м.}$$

Визначаємо висоту перемішуючого пристрою:

$$H_{\text{мішалки}} = \frac{\frac{V_{\text{мішалки}}}{1,93}}{\pi \cdot \left(\frac{D_{\text{мішалки}}}{2}\right)^2} = \frac{\frac{32}{1,93}}{3,14 \cdot \left(\frac{2,25}{2}\right)^2} = 4,17 \text{ м.}$$

Тоді висота апарату:

$$H_{\text{апарату}} = \frac{H_{\text{мішалки}}}{K} = \frac{4,17}{0,82} = 5,085 \text{ м.}$$

З формули: $D_{\text{мішалки}} = D_{\text{апарату}} \cdot 0,85$ визначаємо $D_{\text{апарату}}$;

$$D_{\text{апарату}} = \frac{D_{\text{мішалки}}}{0,85} = \frac{2,25}{0,85} = 2,6 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість обертів апарату з перемішуючим простом за формулою:

$$n_0 = c_2 \cdot \left[\frac{(\rho_{\text{в}} + \rho_{\text{вуг}})^{0,31}}{\rho_{\text{в}}^{0,5}} \right] \cdot \frac{\sigma^{0,18} \cdot D_{\text{апарату}}^{0,67}}{D_{\text{мішалки}}^{1,54}} = 3,87 \cdot \left[\frac{(0,1 + 0,370)^{0,31}}{0,1^{0,5}} \right] \cdot \frac{0,072^{0,18} \cdot 2,6^{0,67}}{2,25^{1,54}} = 1,6 \text{ об/хв.}$$

де C_2 – коефіцієнт тип мішалки, для рамної мішалки $C_2=3,87$.

Визначаємо критерій Рейнольдса з формули:

$$Re_M = \frac{n_0 \cdot D_{\text{мішалки}}^2 \cdot \rho_{\text{т}}}{\mu_{\text{в}}} = \frac{1,6 \cdot 2,25^2 \cdot 1000}{8,94 \cdot 10^{-3}} = 903322,14.$$

Розрахунок потужності апарату з мішалкою [4].

Вихідні дані:

Діаметр мішалки, $D_{\text{мішалки}}$ — 2,25 м;

Число обертів апарату, n_0 — 1,6 об/хв.

$$\rho_{\text{суміші}} = \rho_{\text{в}} \cdot \omega_{\text{в}} + \rho_{\text{вуг}} \cdot \omega_{\text{вуг}} = 1000 \cdot 0,992 + 370 \cdot 0,008 = 991,984 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення потужності, яка споживається обраною нами мішалкою, використовуємо рівняння:

$$N = K_N \cdot D_{\text{мішалки}}^3 \cdot n_0^3 \cdot \rho_{\text{суміші}} \cdot$$

K_N – коефіцієнт потужності коефіцієнт опору(потужності), який залежить як від форми мішалки, так і від критерію Re_m , K_N визначаємо з графіка

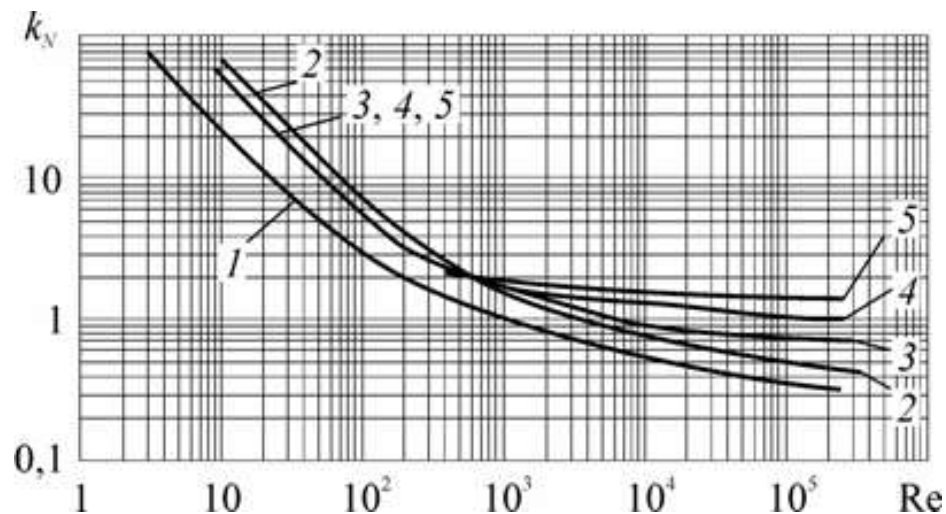


Рисунок 5.1 – K_N залежність від Re_m для випадку перемішування в рідкому середовищі різними мішалками (5 – для рамної мішалки).

Отже $K_N = 2,8$. Робоча потужність, яка споживається апаратом для перемішування вугілля:

$$N_p = K_N \cdot D_{\text{мішалки}}^5 \cdot n_0^3 \cdot \rho_{\text{суміші}} = 2,8 \cdot 2,25^3 \cdot 1,6^3 \cdot 0,9919 = 129,58 \text{ Вт.}$$

Приймаємо к.к.д. передачі від електродвигуна до валу мішалки $\eta = 0,85$, коефіцієнт запасу потужності (на випадок можливих перевантажень) $f = 1,2$ і визначаємо потужність електродвигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_p \cdot f}{\eta} = \frac{129,58 \cdot 1,2}{0,85} = 182,94 \text{ Вт.}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ

Арк
32

5.2 Розрахунок товщини стінки

Вхідні дані:

Розрахунковий тиск, $P_{\text{розрах}}$ — 0,3 МПа;

Робоча температура, $t_{\text{ст}}$ — 25 °С;

Допустиме напруження, $[\sigma]$ — 140 МПа;

Коефіцієнт міцності зварного шва, φ — 0,9;

Діаметр мішалки, $D_{\text{мішалки}}$ — 2,25 м.

Товщина стінки циліндричної обичайки (розрахункова):

$$S_{\text{рц}} = \frac{p \cdot D_{\text{мішалки}}}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - p} = \frac{0,3 \cdot 0,5}{2 \cdot 140 \cdot 0,9 - 0,3} = 0,0004017 \text{ м}.$$

Приймаємо прибавки до розрахункової товщини стінки:

Прибавки вибираємо такі:

— прибавка на компенсацію корозії та ерозії $C_1 = 2$ мм, оскільки терміну експлуатації не задано;

— прибавка на компенсацію мінусового відхилення $C_2 = 0,8$ мм;

— технологічна прибавка $C_3 = 0$ мм.

Значення загальної прибавки C :

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 2 + 0,8 + 0 = 2,8 \text{ мм}.$$

Тоді виконавча товщина циліндричної обичайки:

$$S_{\text{ц}} = S_{\text{рц}} + C = 0,0004017 + 0,0028 = 0,003202 = 0,0032017 \text{ м} = 3,2 \text{ мм}.$$

Прийmemo $S_{\text{ц}} = 0,004$ м.

5.3 Розрахунок еліптичної днища (кришки)

Вхідні дані:

Розрахунковий тиск, $P_{\text{розрах}}$	–	0.3 МПа;
Робоча температура, $t_{\text{ст}}$	–	25 °С;
Допустиме напруження, $[\sigma]$	–	140 МПа;
Коефіцієнт міцності зварного шва, φ	–	0,9;
Діаметр, D	–	2,25 м.

Визначаємо розрахункову товщину стінки днища (кришки):

$$S_{\text{рд}} = \frac{p \cdot R}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - 0.5 \cdot p} = \frac{0.3 \cdot 2.25}{2 \cdot 140 \cdot 0.9 - 0.5 \cdot 0.3} = 0.0027 \text{ м.}$$

Приймаємо прибавки до розрахункової товщини стінки:

Прибавки вибираємо такі:

- прибавка на компенсацію корозії та ерозії $C_1 = 2$ мм, оскільки терміну експлуатації не задано;
- прибавка на компенсацію мінусового відхилення $C_2 = 0.8$ мм;
- технологічна прибавка $C_3 = 0$ мм.

Розраховуємо значення загальної прибавки C :

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 2 + 0.8 + 0 = 2.8 \text{ мм.}$$

Тоді виконавча товщина стінки днища:

$$S_{\text{д}} = S_{\text{рд}} + C = 0.0027 + 0.0028 = 0.0055 \text{ м.}$$

Перевірку на допустимий тиск проводимо з урахуванням того, що тиск під час випробувань становить $P_{\text{вип}} = 0.3$ МПа.

Допустимий тиск в апараті виходячи з товщини стінки еліптичних кришки і днища:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (S_{\text{дн}} - C)}{D + 0.5 \cdot (S_{\text{дн}} - C)} = \frac{2 \cdot 140 \cdot 0.9 \cdot (0.0055 - 0.0028)}{2.25 + 0.5 \cdot (0.0055 - 0.0028)} = 0.31 \text{ МПа} .$$

Оскільки $P_{\text{вип}} \leq [p]$, допустимий тиск задовольняє умови і робочого і випробувального тисків, отже обрана товщина стінки є достатньою.

5.4 Розрахунок механічного фільтра

Необхідна площа фільтрування визначається за формулою:

$$F' = Q_0 \cdot k / w = 25 \cdot 1.2 / 10 = 3 \text{ м}^2.$$

де Q_0 – продуктивність фільтра по проясненій воді з урахуванням витрати води на їхні власні нестатки, $\text{м}^3 / \text{год}$; w – швидкість фільтрування при нормальному режимі роботи фільтрів, $\text{м}/\text{год}$; k – коефіцієнт запасу площі.

Діаметр фільтру:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3}{3.14}} = 2 \text{ м}.$$

Обрано фільтр ФОВ-2,0-0,6 з висотою фільтруючої насадки 1000 мм і площею фільтрування 3 м^2 [6].

Витрата води на розпушення фільтра, визначається за формулою:

$$q_{\text{розп.}} = f \cdot i \cdot t_{\text{розп.}} \cdot 60 / 1000;$$

$$q_{\text{розп.}} = 3 \cdot 15 \cdot 6 \cdot 60 / 1000 = 16.2 \text{ м}^3,$$

де f – площа фільтрування фільтра, м^2 ; i – інтенсивність розпушення кварцового фільтра, $\text{дм}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$; $t_{\text{розп.}}$ – тривалість розпушення фільтра, хв.

Годинна витрата води на власні нестатки фільтра визначається за формулою:

$$q_{\text{Г}} = q_{\text{розп.}} \cdot m \cdot n / 24;$$

$$q_{\text{Г}} = 16.2 \cdot 2 \cdot 1 / 24 = 1.35,$$

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де m – кількість відмивань фільтра на добу, приймається рівним 2.

Продуктивність фільтрів з урахуванням витрати води на власне споживання визначається за формулою:

$$Q_{в.н} = Q_0 + q_r = 25 + 1,35 = 26,35 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Дійсна швидкість фільтрування дорівнює:

$$w = Q_{в.н.}/(n \cdot f) = 26,35/(1 \cdot 3) = 8,78 \text{ м/год.}$$

5.5 Розрахунок баку для накопичення води

Розрахунок баку проводиться за рівнянням:

$$V_p = w \cdot \tau,$$

де W – об'ємна витрата рідини, $\text{м}^3/\text{год}$; τ – час перебування рідини в ємності, год.

Обираємо час перебування рідини в ємності 60 хвилин.

Геометричний об'єм ємності більше робочого на 10-15%, що враховується при виборі ємності.

Розрахуємо об'єм баку для зберігання очищеної води за формулою:

$$V_p = 25 \cdot 1 = 25 \text{ м}^3.$$

Якщо врахувати надбавку 15 %, то геометричний об'єм ємності складатиме $28,75 \text{ м}^3$. Обираємо ємність, прямокутну в плані з параметрами: висота 5,5 м, ширина 8 м, довжина 10 м, виготовлену з поліпропілену.

5.6 Розрахунок насосу

Насос для перекачування води при температурі 20°C з баку в апарат, що працює під надмірним тиском 0,1 МПа. Витрата води $Q = 0,007 \text{ м}^3/\text{с}$. Геометрична висота підйому води 1,5 м. Довжина трубопроводу на лінії всмоктування 2 м, на лінії нагнітання 3 м.

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прийmemo для всмоктувального і нагнітального трубопроводу однакову лінійну швидкість води ω , що дорівнює 0,7 м/с. Тоді мінімальний діаметр рівний:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \omega}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,007}{3,14 \cdot 0,7}} = 0,11 \text{ м.}$$

Вибираємо трубопровід зовнішнім діаметром 140 мм з товщиною стінки 10 мм. Тоді внутрішній діаметр $d=0,12$ м. Фактична швидкість води в трубі:

$$\omega = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,007}{3,14 \cdot 0,12^2} = 0,62 \text{ м/с.}$$

Визначення втрат на тертя і місцеві опори.

Знаходимо значення критерію Рейнольдса:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu},$$

де μ – динамічна в'язкість води, Па·с:

$$Re = \frac{0,62 \cdot 0,12 \cdot 998}{1,005 \cdot 10^{-3}} = 73\,881,791.$$

Це значення критерію Рейнольдса вказує на турбулентний режим. Абсолютну шорсткість трубопроводу приймаємо рівною $2 \cdot 10^{-4}$ м. Тоді:

$$e = \frac{\Delta}{d} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{0,12} = 0,0017.$$

Розрахунок λ слід проводити по формулі:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(e + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(0,0017 + \frac{68}{73\,881,791} \right)^{0,25} = 0,022.$$

Визначимо суму коефіцієнтів місцевих опорів окремо для всмоктувальної і нагнітальної ліній.

Для всмоктувальної лінії:

- вхід в трубу (приймаємо з гострими краями): $\xi_1 = 0,5$.

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- прямоточні вентиля: для $d = 0,12$ м, $\xi\alpha = 0,4$.
- домножуючи на поправочний коефіцієнт 1,4, одержуємо $\xi_2 = 0,56$.
- сума коефіцієнтів місцевих опорів у всмоктувальній лінії:

$$\Sigma\xi = \xi_1 + \xi_2 = 0,5 + 0,56 = 1,06.$$

Втрачений напір у всмоктувальній лінії знаходимо по формулі:

$$h_{\pi} = \left(\lambda \frac{l}{d_e} + \Sigma\xi_{M.C} \right) \frac{\omega^2}{2g},$$

де l , d_e – відповідно довжина і еквівалентний діаметр трубопроводу.

$$h_{\pi} = \left(0,022 \cdot \frac{2}{0,12} + 1,06 \right) \cdot \frac{0,62}{2 \cdot 9,81} = 0,045 \text{ м.}$$

Для нагнітальної лінії:

- відведення під кутом 90° : коефіцієнт $A = 1$, коефіцієнт $B = 0,09$;

$$\xi_1 = 0,09.$$

- вентиля: для $d = 0,12$ м $\xi = 3,6$.

- вихід з труби: $\xi_3 = 1$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів в нагнітальній лінії:

$$\Sigma\xi = 3 \cdot \xi_1 + 2 \cdot \xi_2 + \xi_3 = 2 \cdot 0,09 + 3 \cdot 3,6 + 1 = 11,98.$$

Втрачений напір в нагнітальній лінії:

$$h_{\pi \text{ наг}} = \left(0,022 \cdot \frac{3}{0,12} + 11,98 \right) \cdot \frac{0,62}{2 \cdot 9,81} = 0,4 \text{ м.}$$

Загальні втрати напору:

$$h_{\text{втр}} = h_{\pi \text{ наг}} + h_{\pi} = 0,045 + 0,4 = 0,445 \text{ м.}$$

Вибір насоса.

Знаходимо напір насоса за формулою:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + H_{\Gamma} + h_{\text{втр}},$$

де p_1 – тиск в апараті, з якого перекачується рідина; p_2 – тиск в апараті, в який подається рідина, різниця тисків дорівнює надмірному тиску, Па; H_{Γ} – геометрична висота підйому рідини.

$$H = \frac{0,1 \cdot 10^6}{998 \cdot 9,81} + 1,5 + 0,445 = 12,2 \text{ м. вод. ст.}$$

Напір при заданій продуктивності забезпечується відцентровими насосами.

Визначимо корисну потужність насоса:

$$N_{\pi} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,007 \cdot 12,2 = 0,9 \text{ кВт.}$$

Приймаючи к.к.д. передачі $\eta_{\text{пер}} = 1$ і $\eta_{\text{н}} = 0,6$ (для відцентрового насоса середньої продуктивності), знайдемо потужність на валу двигуна:

$$N = \frac{N_{\pi}}{\eta_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{пер}}} = \frac{0,9}{0,6 \cdot 1} = 1,5 \text{ кВт.}$$

Для забезпечення даної потужності і напору доцільно використовувати відцентровий насос марки CDXM 200/20, $Q = 25 \text{ м}^3/\text{год}$ [7].

6 АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ

Складність і висока швидкість протікання технологічних процесів у хімічній промисловості, їх чутливість до порушень режиму, а також підвищені вибухо- та пожежонебезпечність і шкідливість умов роботи спричиняють підвищену увагу до питань автоматизації хіміко-технологічних процесів. Автоматичні контроль та керування технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, подовження термінів міжремонтного періоду роботи устаткування, підвищення обсягів випуску й якості продукції, зменшення чисельності технічного персоналу.

6.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації

На підставі аналізу особливостей технологічного процесу очищення стічних вод адсорбційним методом (опис схеми наведений у розділі 4), його апаратурного оформлення та норм технологічного режиму необхідно забезпечити такий рівень автоматизації виробництва:

- контроль і регулювання витрати вихідної води;
- контроль і сигналізація перепаду тиску на механічному фільтрі;
- контроль та регулювання рівня води в реакторі з мішалкою;
- контроль та регулювання рівня адсорбенту в мірнику;
- контроль рівня води в відстійнику ;
- контроль температури після адсорбційного процесу;
- контроль та регулювання рівня води в баці для очищеної води.

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Параметри контролю та регулювання виробництва наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Параметри контролю та керування виробництв

№	Назва стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Назва контрольованого чи регульованого параметра	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	Трубопровід 1в	Витрата	25 м³/год	Контроль і регулювання
2	Апарат 1	Перепад тиску	0,1 МПа	Контроль, сигналізація
3	Апарат 2, 4, 6	Рівень	3 м	Контроль і регулювання
4	Апарат 10.1, 10.2, 10.3	Рівень	0,5 м	Контроль і регулювання
5	Апарат 3,5,7	Рівень	3 м	Контроль, сигналізація
6	Трубопровід 1в	Температура	15...25 °С	Контроль
7	Апарат 8	Рівень	3 м	Контроль і регулювання

6.2 Опис розробленої схеми автоматизації

Для забезпечення нормальної роботи усього технологічного устаткування, збільшення продуктивності виробництва, підвищення якості продукту, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів, а також мінімізації можливих помилок технологічного персоналу розроблено схему автоматизації, що призначена вирішувати всі ці завдання[9].

Схема автоматизації включає низку контурів автоматичного контролю та регулювання режимних параметрів технологічного процесу.

Для контролю та регулювання витрати вхідної води розроблено контур 1, що складається з діафрагми камерної (1-1), дифманометра пневматичного (1-2),

вторинного показувального та реєструвального приладу (1-3), регулювального блока (1-4), пневматичного виконавчого механізму (1-5).

Контроль та сигналізацію перепаду тиску води у механічному фільтрі забезпечує контур 2, який включає первинний вимірювальний перетворювач перепаду тиску (2-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад з вбудованим пристроєм сигналізації (2-2).

Контроль і регулювання рівня в першому апараті з мішалкою здійснює контур 3, у другому апараті з мішалкою здійснює контур 6, а у третьому – контур 9. Ці контури мають в своєму складі рівнеміри з електричними передавальними перетворювачами (3-1), (6-1), (9-1) електричні показувальні та реєструвальні вторинні прилади (3-2), (6-2), (9-2) і мікропроцесорні регулятори (3-3), (6-3), (9-3).

Контури 4, 7, 10 застосовують для контролю та регулювання рівня у мірниках для адсорбенту. Контур включає датчики-реле рівня (4-1), (7-1), (10-1).

Контроль та сигналізацію рівня води у відстійниках (першому, другому і третьому) забезпечують контури 5, 8, 11 відповідно, які включають в себе рівнеміри з електричними передавальними перетворювачами (5-1), (8-1), (11-1), вторинні показувальні і реєструвальні прилади (5-2), (8-2), (11-2),

Контроль температури вхідної води у трубопроводі 1в забезпечує контур 12, який включає первинний вимірювальний перетворювач температури (12-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (12-2).

Контур 13 застосовують для контролю та регулювання рівня у баках для очищеної води. Контур містить рівнемір з пневматичним передавальним перетворювачем (7-1), пневматичний показувальний та реєструвальний вторинний прилад (7-2), пневматичний регулятор (7-3), пневматичний виконавчий механізм (7-4).

Дистанційне керування роботою електроприводів насосів та мішалок здійснюється однотипними контурами, кожен з яких включає в себе магнітні пускачі (МП1, МП2), кнопки запобіжного вмикання (SA1, SA2), пост управління (SB1, SB2, SB3, SB4), лампи сигнальні світлодіодні із зеленим індикатором (HL5, HL7), лампи сигнальні світлодіодні із червоним індикатором (HL6, HL8).

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ

Економіко-організаційні розрахунки дозволяють обґрунтувати доцільність техніко-технологічних рішень. В умовах ринкової економіки від інженерно-технічного, технологічного персоналу підприємства власники цих підприємств очікують вміння застосовувати сучасні форми організації діяльності, формування нових моделей виробництва, організаційно-економічного забезпечення ефективної праці.

За КВЕД (класифікацією видів економічної діяльності) дане відділення відноситься до «секція Е» - водопостачання, каналізація, поводження з відходами, а саме відведення і очищення стічних вод. За кодом ISIC – 3700.

7.1 Оптимізація видів руху предметів праці

Увесь технологічний процес складається з восьми стадій з певною тривалістю.

1. Проходження води через механічний фільтр, для доочищення від дрібнодисперсних домішок (60 хв.).
2. Подача води на перший реактор з перемішуючим пристроєм, де вона змішується з сорбентом. Відбувається процес адсорбції (60 хв).
3. Подача води на перший відстійник, для відділення відрацьованого сорбенту від стічних вод (30 хв).
4. Надходження цієї води в другий реактор і подача свіжого сорбенту (60 хв).
5. Другий відстійник, і розділення води і сорбенту (30 хв).
6. Третій реактор і подача свіжого сорбенту(60 хв).
7. Третій відстійник і розділення води і сорбенту(30 хв).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ

8. Накопичувальний бак, для зберігання очищеної води (30 хв).

Такі операції як:

- підготовка та налаштування обладнання;
 - вхідний контроль сировини;
 - вихідний контроль якості продукції
- до виробничого циклу не включені.

Порядок проходження предметів праці через всі стадії виробничого процесу називається видом руху предметів праці (ВРПП), для даного процесу найбільш оптимальний – паралельний ВРПП.

Паралельний ВРПП – кожен виріб з попередньої стадії передається на наступну стадію індивідуально, не очікуючи інші вироби.

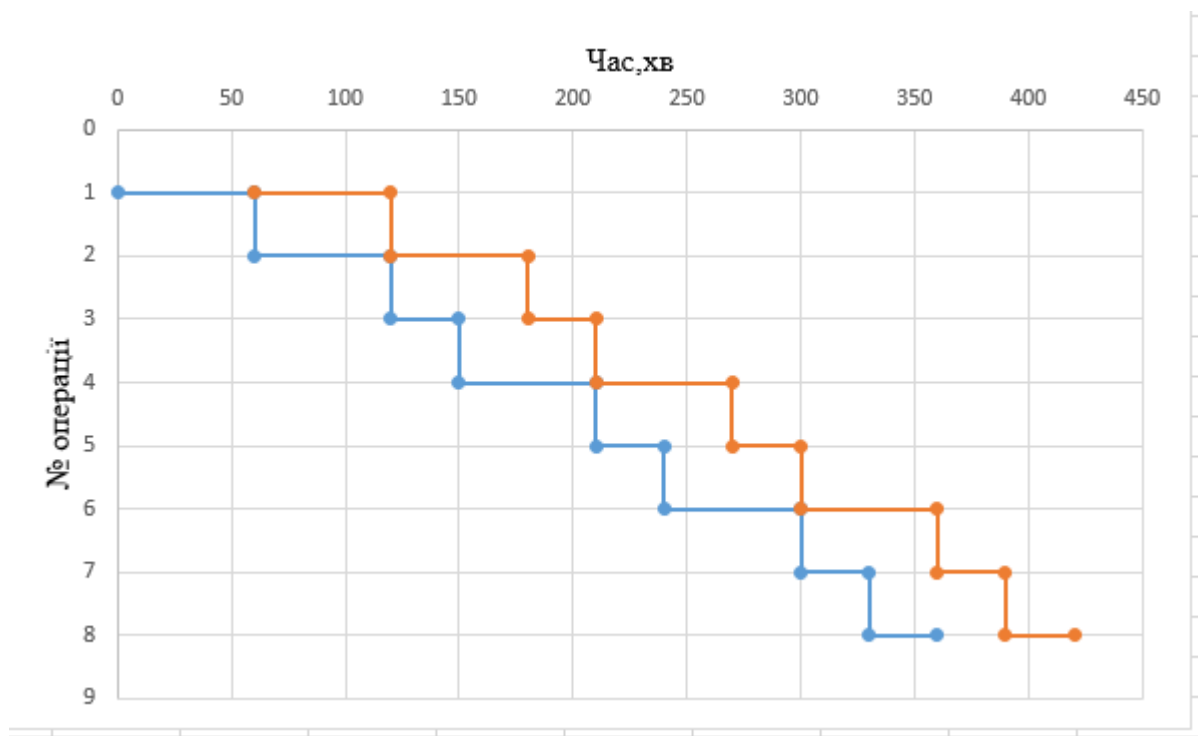


Рисунок 7.1 – Паралельний ВРПП

Оскільки потужність станції $25 \text{ м}^3/\text{год}$ і підприємство працює безперервно, тобто 8760 год. То випуск продукції складає:

$$B = 25 \text{ м}^3 / \text{год} \cdot 8760 \text{ год} = 219000 \text{ м}^3; \quad (7.1)$$

$$T_{BЦ} = \sum_{i=1}^m t_i + (B-1)t_{\max}, \quad (7.2)$$

де B – кількість виробів; m – кількість операцій; t_{\max} – тривалість максимальної операції.

Тривалість виробничого циклу розраховуємо враховуючи потужність виробництва:

$$T_{\text{вц}}^{\text{парал}} = ((60 + 30 + 60 + 30 + 60 + 30) + (219000 - 1) \cdot 60) \div 25 = 525612 \text{ хв} = 8760.2 \text{ год} \quad (7.3)$$

$N_{\text{обл.}} = 8 \text{ од.}$

За ВРПП технологічний процес складається з 8 стадій, але працівників на кожну операцію процесу не потрібно, так як процес автоматизований. Тому потрібно 2 осіб на всі операції. $N_{\text{осіб}} = 2$.

Річний випуск продукції буде становити:

$$B = 25 \cdot 24 \cdot 365 = 219000 (\text{м}^3 / \text{рік}) \quad (7.4)$$

7.2 Організаційна структура відділу

Посади та схема підпорядкування хімічного відділення відображені на схемі:

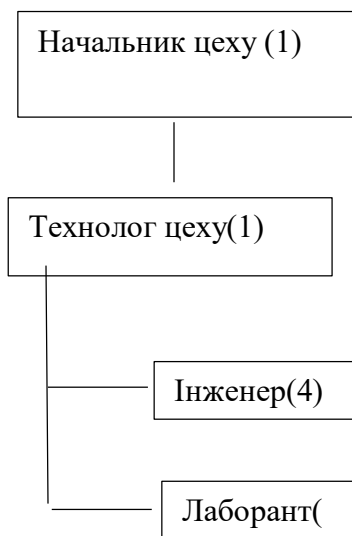


Рисунок 7.2 – Схема організаційної структури відділення.

Начальник цеху займається організаційною діяльністю, встановлює рівень заробітної плати, затверджує кошторис підприємства.

Технолог цеху контролює роботу технологічного процесу, відповідає за виробництво продукції, техніку безпеки на виробництві, забезпечення умов праці.

Інженер конструює або вдосконалює апарати та обладнання.

Лаборант слідкує за відповідністю виготовленої продукції державним стандартам.

Розрахуємо середньорічну тривалість виробничого циклу для даного процесу, враховуючи те, що підприємство працює безперервно.

Середньорічна тривалість роботи підприємства:

$$T_{\text{рік}}^{\text{підпр}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год/рік.} \quad (7.5)$$

Начальник цеху, технолог, працюють 5 днів на тиждень по 8 годин на добу:

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{365 - T_c}{7} \cdot 5 \cdot 8 - (T_{\text{св}}^* - 1) \cdot 1 = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - 8 \cdot 1 = 2015 \text{ год/рік}; \quad (7.6)$$

$$T_{\text{роб.днів}} = \frac{2015}{8} = 252 \text{ дні.} \quad (7.7)$$

Лаборант, інженер працюють 7 днів на тиждень, по 24 годин на добу (у три зміни по 8 годин). Фактична тривалість роботи цих працівників становить:

$$T_{\text{прац}} = \frac{365}{T_{\text{зм.об.}}} \cdot (T_{\text{зм.об.}} - T_{\text{вих.}}) \cdot t_{\text{зм.}} \quad (7.8)$$

де 365 – кількість днів протягом року за календарем; $T_{\text{зм.об.}}$ – змінооборот (кількість днів між виходом бригади в одну і ту ж саму зміну); $T_{\text{вих.}}$ – кількість вихідних днів протягом змінообороту; $T_{\text{зм.}}$ – тривалість зміни.

$$T_{\text{прац}} = \frac{365}{16} \cdot (16 - 4) \cdot 8 = 2190 \text{ год / рік.} \quad (7.9)$$

Цех доочищення працює в три зміни по 8 годин на добу, 7 днів на тиждень.

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Явочна кількість робочого персоналу.

Явочна кількість робочого персоналу складає (тих, хто працює 7 днів на тиждень):

$$Ч_{\text{яв}} = 2 \text{ ос. (одна бригада).}$$

Явочна кількість управлінського персоналу складає (тих, хто працює 5 днів на тиждень):

$$Ч_{\text{яв}} = 2 \text{ ос.}$$

Чисельність за списком – потреба підприємства в кадрах, яка крім явочної чисельності включає додатково необхідну кількість персоналу для заміщення тих, хто у відпустці, хворіють або відсутні з інших поважних причин. Тому чисельність за списком розраховується: $Ч_{\text{сп}} = \text{начальник цеху} + \text{технолог} + \text{інженер (4 особи)} + \text{лаборант (4 особи)} = 10 \text{ осіб.}$

Таблиця 7.1 – Графік змінності для тих хто працює 7 днів на тиждень

Зміна (день)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1 Бригада	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В
2 Бригада	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1
3 Бригада	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2
4 Бригада	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3

Режим роботи підприємства: підприємство працює сім днів на тиждень у три зміни по 8 годин. Перша зміна з 6:00 до 14:00, друга зміна – з 14:00 до 22:00, третя зміна – з 22:00 до 6:00. Відповідно до цього формується 4 бригади, які працюють безпосередньо на виробничій лінії у три зміни. До складу бригади входить інженер, лаборант. Директор, технолог, працюють у з 9:00 до 17:00.

7.3 Контроль виробництва

Під технологічним контролем розуміється перевірка дотримання вимог, що пред'являються до якості продукції на всіх стадіях її виготовлення, і всіх виробничих умов і факторів, що забезпечують необхідну якість.

На підприємстві проводиться вхідний, та вихідний контрольі.

Вхідний контроль – перевірка якості продукції, що надходить у відділення доочищення в якості сировини. Результати досліджень записуються до журналу вхідного контролю.

Вхідний контроль здійснюється:

- На підставі супровідних документів;
- Шляхом якісного і кількісного аналізу.

При вихідному контролі здійснюється оцінка якості готової продукції.

Вхідний і вихідний контроль і передбачає визначення:

- загальний солевміст;
- рН;
- жорсткість;
- вміст сполук міді.

Основна мета контролю – виявлення браку. Результати досліджень записуються до журналу заключного контролю, на підставі якого технологом оформляється паспорт якості на продукцію.. Всі види контролю якості проводять працівники відділу технічного контролю якості (лаборант), а результати досліджень доносяться безпосередньо до головного технолога.

Вхідні і вихідні контролі проводиться через кожні 6 годин.

На даному підприємстві об'єктами технологічного контролю є:

- 1) сировина;
- 2) технологічний процес та обладнання;

3) допоміжні процеси (ремонт, зберігання, складування).

Суб'єктами технологічного контролю є:

1. Технолог цеху;
2. Лаборант;
3. Інженер.

					<i>ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ</i>	Арк 50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПАСПОРТ ЯКОСТІ НА ВИД ПРОДУКЦІЇ

Паспорт № 00.0000

Найменування продукту: Очищена вода

Об'єм однієї партії води – 25 м³.

Таблиця 7.2 - Показники якості води

№	Назва показника	Значення	Норма
1	рН води	7-9	6-9
2	Жорсткість	1-2	1,8-2,2 мг екв/дм ³
3	Вміст сполук міді	≥ 1	1 мг екв/дм ³

Висновок. Згідно за результатами проведеного контролю, показники якості води даної партії відповідають допустимим нормам з є придатною для подальшого використання у виробництві.

Дата виготовлення _____

Лаборант _____ (підпис)

Технолог _____ (підпис)

Показники якості води, яка очищається на підприємстві, відповідають наведеним в паспорті якості. Відхилення значень коливаються в межах $\pm 0,2$.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ

Арк
51

7.4 Баланс споживання оборотних фондів на підприємстві.

Таблиця 7.3 – Сумарні витрати на сировину та річний випуск продукції

Завантажено			Отримано		
Найменування	Кількість	Ціна, грн	Найменування	Кількість	Ціна, грн
Вихідна вода	300 000 м ³	-	Стічна вода	219 000 м ³	-
Активоване вугілля	750 кг	50 000			
в тому числі:					
- нітратна кислота;	6 м ³	9 000			
- CO(NO ₃) ₂ .	375 кг	75 000			
Всього		134 000	Всього		

До оборотних фондів даного виробництва належать:

1. Сировина:

а) Вихідна вода;

б) активоване вугілля Norit Sae Super окиснене нітратною кислотою і модифіковане CO(NO₃)₂

2. Електроенергія;

7.5 Калькуляція на продукцію

Калькуляція – спосіб розрахунку загальної суми витрат на придбання матеріальних цінностей, виготовлення та реалізацію продукції. Складемо калькуляцію за елементами на один із видів продукції.

Вартість основних фондів:

- Оренда приміщення: 2 600 000 грн (з розрахунку на те що купуємо приміщення площею 450 м²).

- Нематеріальні активи – 10 000 грн.
- Виробничий і господарський інвентар – 6 000 грн.

Таблиця 7.4 – Вартість обладнання

Обладнання	Кількість, од	Вартість, грн/од	Загальна вартість, грн
Механічний фільтр	1	56 000	56 000
Апарат з мішалкою	3	25 000	75 000
Відстійник	3	18 000	54 000
Інше обладнання підприємства (насоси, труби)			20 000
Загальна вартість обладнання			205 000

$$ОЗ = 2\,600\,000 + 10\,000 + 6\,000 + 205\,000 = 2\,821\,000 \text{ грн.} \quad (7.10)$$

Ціна електроенергії на рік:

Потужність обладнання $N = 40 \text{ кВт}$

Ціна 1кВт=232 копійки – денний час та в нічний час: 1кВт= 116 копійок.

Підприємство працює 24 години на добу 365 днів на рік

$$B_{6.00-22.00} = 16 \cdot 365 \cdot 40 \cdot 2,32 = 541\,952 \text{ грн/рік;} \quad (7.11)$$

$$B_{22.00-6.00} = 8 \cdot 365 \cdot 40 \cdot 1,16 = 135\,488 \text{ грн/рік.} \quad (7.12)$$

Отже витрати на електроенергію складатимуть:

$$З_{e/e} = 541\,952 + 135\,488 = 677\,440 \text{ грн/рік.} \quad (7.13)$$

Таблиця 7.5 – Сума річних амортизаційних відрахувань

Основні засоби	Вартість, грн	Час корисного використання, років	Амортизаційні відрахування, грн/рік
Обладнання	205 000	10	20 500
Приміщення	2 600 000	20	130 000
Виробничий і господарський інвентар	6000	4	1500
Нематеріальні активи	10 000	12	834,4
Всього			152 834,4

Таблиця 7.6 – Витрати на заробітну плату

Посада	Кількість	Встановлений місячний посадовий оклад грн/міс	Загальні витрати на ЗП грн/місяць
Начальник цеху	1	17 000	17 000
Технолог	1	12 000	12 000
Інженер	4	8 000	32 000
Лаборант	4	8 000	32 000
Всього			93 000
Нарахування			113 460

$$\text{ФОП} = 113\,460 \text{ грн/міс} \cdot 12 = 1\,361\,520 \text{ грн/рік.} \quad (7.14)$$

Калькуляція №
на очищену воду ТУ 14753.2000
від _____ 2019 р.

№	Елемент	Вартість, грн
1	Сировина	134000
2	Затрати на енергоресурси	677440
3	ФОП	1361520
4	Відрахування на амортизацію (споруди, обладнання, нематеріальні активи, господарський інвентар)	152834,4
	Σ	2325794,4

Головний бухгалтер _____ / _____ /

					<i>ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ</i>	Арк 55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.6 Розрахунок техніко-економічних показників підприємства

Собівартість води на виході з цеху (за рік) розраховується як:

$$C = \text{Обз} + A \quad (7.15)$$

Собівартість води на виході з цеху (за рік) складає:

$$C = 1\,361\,520 + 677\,440 + 134\,000 + 152\,834,4 = 2\,325\,794,4 \text{ грн/рік} . \quad (7.16)$$

За рік випускається $219\,000 \text{ м}^3$ води очищеної.

Собівартість 1 м^3 води очищеної:

$$C_{\text{пит}} = C/V = 2\,325\,794,4 / 219\,000 = 10,6 \text{ грн/ м}^3. \quad (7.17)$$

Капіталовкладення:

$$K = \text{ОФ} + \text{Обз} = 2\,821\,000 + 2\,172\,90 = 4\,993\,960 \text{ грн}. \quad (7.18)$$

Оскільки очищена стічна вода не продається, а поступає на наступне використання у виробництві, то прибуток дорівнює нулю.

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ОХОРОНА ПРАЦІ

Проаналізувавши технологічну схему, можна прийти до висновку, що у відділенні використовуються шкідливі та небезпечні фактори. Використовується електрична, механічна, теплова енергія. В якості внутрішньоцехового транспорту використовуються трубопроводи.

В даному розділі на основі аналізу небезпечних та шкідливих виробничих факторів розроблено засоби і заходи, щодо вдосконалення безпечних умов праці та пожежної профілактики.

8.1 Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів.
Заходи з охорони праці

8.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 роботи, що здійснюються в проектованому виробництві, залежно від витрат фізичної енергії, відносяться до категорії середньої тяжкості – Па та Пб.

У таблиці 8.1 наведені санітарні норми параметрів мікроклімату для двох періодів року [10].

Таблиця 8.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °C			Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Нижня межа	Верхня межа				
Холодний	Па	18-20	15-17	23-24	40-60	75	0,2	<0,3
	Пб	17-19	13-15	21-23	40-60	75	0,2	<0,3
Теплий	Па	21-23	17-18	27-29	40-60	65	0,3	0,2-0,4
	Пб	20-22	16-17	27-29	40-60	70	0,3	0,2-0,5

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля), технологічного обладнання зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, огорожуючих конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2 °C за межі оптимальних величин температури повітря для даної категорії робіт .

Для нормалізації повітря робочої зони проектом передбачено систему штучної вентиляції. Природний обмін повітря здійснюється за допомогою вікон.

Для нормалізації мікроклімату застосовуємо змішану загальнообмінну вентиляцію, для рівномірного повітрообміну. Місцева вентиляція служить для подачі свіжого повітря до робочого місця, аерація – для видалення забрудненого повітря з місця його утворення [12].

Для контролю мікроклімату використовуються: термометри, психрометри, анеометри.

Розрахунок аерації цеху

Конструкція стулки віконного прорізу – одинарна підвісна. Висота й довжина стулки рівні, кут відкриття стулки $\alpha=45^\circ$. Ліхтар П-подібний із фрамугами на вертикальній осі з вітрозахисними панелями, які перебувають на відносній відстані $l/h = 1,5$, з кутом відкриття $\alpha=90^\circ$. Визначаємо температуру повітря, що видаляється з верхньої частини приміщення:

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{зовн}} + \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.з.}}}{m}, \text{ } ^\circ\text{C},$$

де $t_{\text{зовн}}$ – температура зовнішнього повітря, для Києва в теплий період $t=23,5^\circ$; $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря; $t_{\text{вн}}=22^\circ\text{C}$; $t_{\text{р.з.}}$ – температура повітря, що надходить до робочої зони. $t_{\text{р.з.}} = t_{\text{зовн}}$, $t_{\text{р.з.}} = 23,5^\circ\text{C}$; m – коефіцієнт, приймаємо 0,53 [12];

$$t_{\text{вид}} = 23,5 + \frac{22 - 23,5}{0,53} = 20,67, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Визначаємо питому вагу повітря:

$$\rho = \frac{353}{t + 273}, \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{зовн}} = \frac{353}{23,5 + 273} = 1,191, \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{вид}} = \frac{353}{20,67 + 273} = 1,202, \text{ кг/м}^3.$$

Розподілений тиск визначаємо за формулою:

$$\Delta\rho_{1,2} = h \cdot (\rho_{\text{зовн}} - \rho_{\text{вид}}), \text{ кг/м}^2,$$

де h – відстань між осями прорізів; $h=10$ метрів

$$\Delta\rho_{1,2} = 10 \cdot (1,202 - 1,179) = 0,11, \text{ кг/м}^2.$$

Втрати тиску на прохід повітря через припливні прорізи можна визначити за формулою:

$$\Delta\rho_1 = \beta \cdot \Delta\rho_{1,2}, \text{ кг/м}^2,$$

де β – різниця тисків, що використовується на прохід повітря через припливні прорізи, $\beta=0,4$,

$$\Delta\rho_1 = 0,4 \cdot 0,11 = 0,044, \text{ кг/м}^2;$$

Втрати тиску на прохід повітря через ліхтар визначаємо за формулою:

$$\Delta\rho_2 = \Delta\rho_{1,2} - \Delta\rho_1, \text{ кг/м}^2;$$

$$\Delta\rho_2 = 0,11 - 0,044 = 0,066, \text{ кг/м}^2.$$

Визначаємо площу прорізів у стіні $F_{\text{припл}}$ і площа прорізів ліхтаря $F_{\text{л}}$:

$$F_{\text{припл}} = \frac{G_{\text{припл}}}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \rho_{\text{зовн}}}{\xi_1} \cdot \Delta\rho_1}}, \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{припл}} = \frac{4200}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,191}{3,7} \cdot 0,024}} = 29,98, \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{вид}} = \frac{G_{\text{вид}}}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \rho_{\text{зовн}}}{\xi_1} \cdot \Delta\rho_2}}, \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{вид}} = \frac{30294}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,202}{4,1} \cdot 0,096}} = 11,33 \text{ м}^2.$$

де $G_{\text{припл}}$ – кількість повітря, що повинна надходити в приміщення; $G_{\text{вид}}$ – кількість повітря, що видаляється [12].

8.1.2 Виробниче освітлення

В цеху передбачене освітлення:

- за джерелом світла: природне бокове, штучне та суміщене;
- за функціональним призначенням: робоче, аварійне, ремонтне та чергове.

Згідно ДБН В.2.5-28-2006, у відділі виконуються роботи VIII б розряду зорових умов. В таблиці 8.2 представлені санітарні норми освітлення, наведені значення параметрів освітлення, прийняті проектом [11].

Таблиця 8.2 – Норми параметрів освітлення

Розряд зорових робіт	Характер зорових робіт	Освітленість при суміщеному освітленні	Значення коефіцієнту природнього освітлення, %		
			При природному освітленні	При сполученому освітленні	
			бокове	спеціальне	верхнє
VIII б	Загальне періодичне спостереження при постійному перебуванні людей у приміщенні	100	0,3	0,2	0,7

Штучне освітлення в цеху здійснюється за допомогою люмінесцентних ламп типу ЛД-80 з потужністю 80 Вт, та світловим потоком ємністю 4200 Лм.

При відключенні робочого освітлення передбачене аварійне освітлення. Для аварійного освітлення застосовано лампи розжарювання та люмінесцентні лампи. Світильники аварійного освітлення приєднуються до мережі робочого освітлення з автоматичним перемиканням на незалежне живлення.

Контроль освітленості здійснюється люксометром Ю-116 не менше разу на рік, а також після ремонту приміщення.

8.1.3 Виробничий шум та вібрації.

Джерелом шуму на підприємстві є: електороприводи насосів та мішалок .
Допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях, згідно з ДСН 3.3.6.039-99 – не більше 80 дБА.

Допустимий рівень вібрації на робочому місці згідно ДСН 3.3.6.039-99 не має перевищувати 93 дБ. На виробництві, що проектується, рівень вібрації становить 20 дБ, що в межах норми.

Для усунення або зменшення вібрації і шуму машин, що виникає при їхній роботі, проектом передбачені наступні заходи:

- жорстке кріплення віброуючих деталей та вузлів, усунення надлишкових зазорів в супряженнях машин і механізмів;
- балансування (врівноваження) рухомих і особливо обертових деталей і механізмів;
- збільшення загальної маси фундаменту і використання металевих масивних плит в фундаментних опорах;
- ізоляція фундаменту устаткування від ґрунту за допомогою повітряних розривів (акустичних швів);
- зміна числа обертів джерела вібрації для збільшення розриву між власною частотою коливань і резонансною частотою;
- застосування динамічних віброгасників [12].

Проектом передбачено встановлення насосів в спеціальних закритих камерах, що також зменшить шум та вібрацію при їх роботі. Як засоби індивідуального захисту використовуються протишумові шоломи, навушники, вкладки. Для контролю шуму використовують шумоміри, для контролю вібрації вібратормір ВШВ-003.

8.1.4 Електробезпека

Ураження людей електричним струмом можливе при порушенні електроізоляції, коли під напругою можуть опинитися струмопровідні елементи обладнання. У цьому випадку заходом запобігання ураження людей електричним струмом є ізоляція струмопровідних частин. Струмопровідною також є підлога. Для захисту від ураження струмом використовується керамічна плитка.

Клас приміщення з електробезпеки – особливо небезпечний.

У цеху знаходиться габаритне обладнання, при цьому існує ймовірність порушення ізоляції, що призводить до ураження електричним струмом персоналу. Живлення електрообладнання в цеху передбачається від 3- фазної, 4- провідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. При довгостроковій дії допустимий струм – 1 мА. При дії до 1 сек. – 6 мА, $U_{\text{дот}} = 36 \text{ В}$.

Джерелами ураження електричним струмом є випрямлячі, струмопровідники, а також металевий корпус лінії. Причиною ураження може бути перехід напруги мережі 220 В в ланцюг живлення лінії в результаті порушення цілісності ізоляції.

Ураження електричним струмом можливе у результаті дотику до відкритих струмопровідних елементів обладнання, що опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції, а також ураження кроковою напругою та через електричну дугу Місцями електризації є трубопроводи. Причинами цього є рух рідини (води з домішками) та повітря по них.

Шкідлива дія електричного струму на людину розраховується за формулою:

$$I_{\text{люд}} = \frac{U_{\text{ф}} \cdot 10^3}{(R_{\text{л}} + R_{\text{о}})}$$

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де, U_{ϕ} – фазова напруга; $R_{\text{л}} = 2 \dots 4 \text{ кОм}$ – опір людини; $R_0 = 4 \text{ Ом}$ – опір заземлюючого устаткування.

Допустимі величини сили струму та напруги дотику згідно з ГОСТ 12.1.038-82:

$$\begin{cases} I_{\text{люд}} \leq 6 \text{ мА} \\ U_{\text{д}} = 36 \text{ В} \end{cases} \quad \text{при } t_{\text{д}} > 1 \text{ с, аварійний режим}$$

$$\begin{cases} I_{\text{люд}} = 0,2 \text{ мА} \\ U_{\text{д}} = 2 \text{ В} \end{cases} \quad \text{при } t_{\text{д}} \leq 10 \text{ хв/добу, нормальний режим}$$

При нормальному режимі при $\tau \leq 10 \text{ хв/добу}$, $R_{\text{л}} = 2000 \text{ Ом}$, $R_0 = 4 \text{ Ом}$.
Тоді згідно з рівняннями:

$$I_{\text{л}} = \frac{220 \cdot 10^3}{3000 + 4} = 73.23 \text{ мА};$$

$$U_{\text{д}} = 73.23 \cdot 3 = 219,72 \text{ В}.$$

Отже, розраховані значення $I_{\text{л}}$ і $U_{\text{д}}$ значно перевищують наведені вище нормативні значення. Це свідчить про те, що при порушенні вимог в цеху можливі електротравми з тяжкими наслідками. Приміщення цеху відноситься до приміщення без підвищеної небезпеки, оскільки характеризується відсутністю умов, які створюють підвищену або особливу небезпеку.

Для забезпечення безпеки роботи, в діючих електроустановках передбачається комплекс заходів:

- запобігання накопичення зарядів на металевому устаткуванні (досягається заземленням всіх металевих частин, на яких можуть з'явитись заряди);

- послаблення генерації зарядів на твердих тілах і в рідинах (за рахунок збільшення їхньої поверхневої провідності шляхом підвищення відносної вологості повітря, хімічної обробки поверхні, зменшення швидкості переміщення матеріалів, що заряджаються, тощо);

- застосування огорож для захисту ізоляції частин електроустаткування у місцях поблизу зон руху персоналу та транспорту. Відкриті струмоведучі частини електроустаткування захищені сіткою;
- занулення електроустаткування;
- захист електропроводки від механічних пошкоджень прокладенням проводів в металевих трубах, в металорукавах та недоступних місцях;
- найменша величина опору ізоляції проводів щодо землі для електроустановок 0,5 МОм;
- установка електроустаткування відповідно до умов навколишнього середовища; закриті пиленепроникні електродвигуни;
- використання попереджувальної сигналізації [12].

Відключення устаткування забезпечується запобіжниками, які автоматично відключають несправну ділянку мережі або електроустановки при виникненні небезпечного для життя людини ураження. Перевага надається автоматичним електро-механічним запобіжникам .

Індивідуальні захисні засоби, діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні галоші.

Пускові пристрої, освітлювальні пристрої, корпуси електродвигунів, металічні труби для прокладання проводів та інші конструктивні металічні предмети електрообладнання заземлені.

8.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

Експлуатація обладнання дозволяється персоналу, який пройшов спеціальне навчання, інструктаж з охорони праці і має посвідчення про здачу іспиту на право роботи на даному виді устаткування.

Основними причинами аварійних ситуацій є:

- розгерметизація технологічного обладнання через арматуру та ущільнення в фланцевих з'єднаннях трубопроводів, реакторів в зв'язку зі зносом обладнання, вібрацією, порушенням технологічного режиму.
- раптове припинення подачі реагентів, теплоносія, електроенергії та ін., в зв'язку з руйнуванням систем підводу, котре призводить до перебоїв в роботі технологічного обладнання.
- порушення технологічного режиму в результаті відмови в системі автоматичного керування та регулювання технологічного процесу.
- електростатичні розряди в вибухонебезпечному середовищі апаратів та трубопроводів.

Для екстреної зупинки всіх частин, що рухаються, передбачаються аварійні кнопки «Стоп загальний», «Аварійний стоп» встановлені в декількох місцях. Для підтримки устаткування в справному стані буде своєчасно проводитися їх технічне обслуговування і ремонт.

Для забезпечення безпеки процесу передбачені наступні заходи:

- технологічна схема прийнята з мінімально можливим набором апаратів при забезпеченні потрібної якості товарної продукції;
- для доступу до апаратів, обслуговування котрих пов'язане з перебуванням на висоті етажерки (3,5 м) обладнані сходи з перилами висотою 1м;
- передбачено механізацію та самоплин в процесах завантаження та вивантаження реагентів;
- проектом передбачається комплексна автоматизація технологічних процесів з виносом в операторську таких параметрів (температура – Т, витрата реагенту – F, рівень рідини в апараті – L та ін.), що забезпечують безпечну роботу обладнання. Технологія системи обладнана як засобами автоматичного та дистанційного управління, так і засобами контролю та сигналізації;

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для захисту апаратури від перевищення тиску проектом передбачені запобіжні клапани;
- відбір проб проміжних продуктів здійснюється через спеціальні пробовідбірники;
- на випадок аварійної ситуації обслуговуючий персонал забезпечується індивідуальними засобами захисту.

8.2 Пожежна безпека

Оскільки в якості сировини використовують негорючі матеріали, то причиною займання може бути займання ізоляційних матеріалів електропроводки, мастила для змащення обладнання.

Можливими причинами загорянь та вибухів у цеху може бути:

- перенавантаження електродвигунів;
- електричні іскри (удару і тертя деталей машин і обладнання) можуть виступити джерелом займання горючих речовин і матеріалів;

У відповідності до СН 305-77, виробничі будівлі за захистом від блискавки відносяться до третьої категорії. Для захисту будівлі від прямого потрапляння блискавки передбачено блискавковідвід з опором 5-100 м.

Методи захисту:

- у цехах розміщено пожежні крани, діаметром 50 мм та довжиною 20 м згідно СНиП 2.09.02-85;
- застосовуються вогнегасники ВХП-10;
- в приміщенні знаходяться ємності з піском і пожежні щити;
- змонтована сигналізація з датчиками РП - 50 та СТХ – 174;
- з ціллю захисту електрообладнання від перевантажень проектом передбачені плавкі запобіжники та автоматичні вимикачі;

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для уникнення іскор удару чи тертя необхідні рухомі частини обладнання своєчасно змащуються;
- механічна проводка, скриті труби, бронювання обплету кабелю;
- від прямого удару блискавки будівля захищена груповими стрижньовими блискавковідводами, а від заносу високих потенціалів блискавки – заземленням електропровідних комунікації до стінки будівлі і в середині цеху;
- забезпечення будинків і приміщень необхідними і безпечними шляхами евакуації людей [12].

Засоби пожежогасіння, протипожежний інвентар повинні знаходитися в справному стані і бути пофарбовані в червоний колір.

Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів наведено у таблиці 8.3.

Таблиця 8.3 – Характеристика пожежо-небезпечних речовин

Речовини, що мають обіг у виробництві, стандарт	Агрегатний стан речовин в нормальних умовах	Горючість. займистість	Показники пожежо- і вибухо небезпечності, °C		Вогнегасні засоби	Категорія приміщення за ОНТП 24-86	Клас приміщення /зона/ і зовнішніх установок згідно з ПУЕ	Категорія об'єкта і тип зони захисту щодо влаштуванню блискавкозахисту згідно з СН 305-77
			Температура спалаху	Температура самозаймання				
Машинне масло (насос)	Рідке	Горить	180	380	Порошок ПСБ і СН-2	Д	П-II а	III а
Гума (спец-одяг)	Тверде	Горить	220	400	ОХП – 10			

9 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

В дипломному проекті запропоновано схему очищення води від сполук міді. В даному розділі представлено аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються, можливі варіанти екологізації виробництва, екологічний моніторинг та розрахунок екологічних платежів за зберігання твердих відходів.

9.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів

В даному дипломному проекті розроблена наступна технологічна схема.

Спочатку стічна вода поступає на механічний фільтр, де очищається від механічних домішок. Потім вода подається на апарат з мішалкою, де вона змішується з вугіллям і проходить стадію адсорбції. Потім суспензія подається на відстійник, звідки відвантажується відпрацьований адсорбент. Так вода проходить три цикли і поступає в бак для очищеної води.

Відходи виробництва, а саме відпрацьований адсорбент, відводяться з технологічної схеми для подальшої переробки.

Таблиці 9.1 – Характеристика твердих відходів виробництва.

Відхід	Кількість відходів кг/м ³		Метод очищення	Ступінь очищення
	На 1 м ³ готової продукції	За рік		
Відпрацьований адсорбент	На 1 м ³ очищеної води утворюється 0,2 кг відходів	За рік утворюється 43800 кг відходів	Хімічна регенерація	80%

9.2 Можливі варіанти екологізації

Відпрацьований адсорбент містить 98-99% вологи, отже, спочатку його необхідно зневоднити, це проводиться за допомогою прес-фільтрів. Після чого він містить вологи вже 75-80%. Потім його відправляють на регенерацію.

Висока вартість активованого вугілля і складність регенераційних процесів вимагають техніко економічного порівняння собівартості очищення води з різними варіантами відновлення адсорбенту. Витрати на придбання свіжого активного вугілля, необхідного для поповнення його втрат при регенерації або періодичну повну заміну при дезактивації, становлять від 40 до 85% всіх витрат на очищення води, і їх частка залежить від продуктивності станції.

Відпрацьоване активне вугілля можна регенерувати декількома способами. Основні методи регенерації активного вугілля та критерії їх оцінки наведені в таблиці 9.2

Таблиця 9.2 – Методи регенерації активованого вугілля

Метод регенерації	Спосіб регенерації	Ефективність
Термічна	Розкладання молекул адсорбованих речовин з утворенням суміші низькомолекулярних летких продуктів CO_2 NH_3 , N та NO	Відновлення адсорбційної ємності вугілля до 100%
Низькотемпературна термічна	Розкладання молекул адсорбованих речовин з утворенням суміші низькомолекулярних летких продуктів, CO_2 та H_2O	Відновлення адсорбційної ємності Відбувається на 25-50%
Хімічна	В залежності від обраного реагенту і складу адсорбата	Відновлення адсорбційної ємності до 80 %

Чим складніша технологія утилізації відходів, тим вона більш енергоємна і ресурсовитратна. Крім цього, питанням залишається екологічна доцільність впровадження таких технологій, які супроводжуються утворенням додаткових відходів – викидів, що загострює й без цього складну екологічну ситуацію у навколишньому середовищі. Виходячи з цих позицій, при розробці технології утилізації шламу водоочищення запропоновано виключити високотемпературні процеси з метою попередження утворення викидів. Тому у даному виробництві використовується хімічна регенерація.

Хімічна регенерація активованого вугілля заснована на його обробці кислотами, лугами та органічними розчинниками за температури 70-90 °С .В результаті такої обробки адсорбат або десорбується без змін, або десорбуються продукти його взаємодії з регенеруючим агентом. Хімічна регенерація часто протікає безпосередньо в адсорбційному апараті. Більшість методів хімічної регенерації вузько спеціальні для адсорбатів певного типу. Десорбція органічних речовин з активованого вугілля розчинами кислот проводиться нечасто. Частіше вони використовуються в якості окиснювачів адсорбату на вугіллі. З усіх методів хімічної регенерації вугілля найбільше розповсюдження, особливо у водопідготовці, отримала обробка вугілля розчинами гідроксиду і карбонату натрію.

9.3 Екологічний моніторинг та розрахунок екологічних платежів

Головна мета екологічного моніторингу – це забезпечення раціонального і безпечного природокористування, а також здійснення діяльності виробництва з мінімальною шкодою для навколишнього середовища.

У процесі роботи підприємства іде постійний збір оперативної інформації показників водохімічного режиму.

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо на підприємстві не проводяться заходи щодо екологізації, не знешкоджуються стоки, то підприємство зобов'язане сплачувати державі екологічний податок. Оскільки підприємство викидає лише відрацьований адсорбент, то необхідно розрахувати відповідний податок.

Відповідно до Податкового кодексу України, розділу VIII «Екологічний податок», стаття 243.2, ставка на викид речовини, яка відноситься до IV класу небезпечності, складає 111,26 грн./тонну. Розрахуємо розмір податку за складування шламу (на полігон), грн./рік:

$$\Pi = \frac{Q_a \cdot 111,26 \cdot 24 \cdot Q \cdot 365}{1000}, \quad (9.1)$$

де Q_a – маса шламу, яка утворюється на 1 м^3 очищеної води, кг/м³;

Q – продуктивність установки, м³/год.

$$\Pi = \frac{0,2 \cdot 111,26 \cdot 24 \cdot 25 \cdot 365}{1000} = 4\,873,188 \text{ грн/рік.} \quad (9.2)$$

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ІННОВАЦІЙНА ЧАСТИНА

Метою наукової частини даного дипломного проекту був синтез і дослідження адсорбційних властивостей композитного вуглецевого адсорбенту.

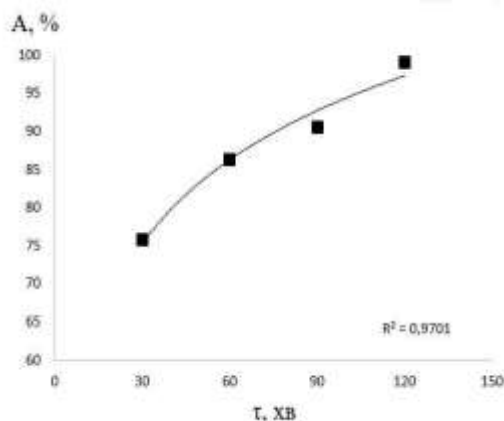
Синтез композитного вуглецевого адсорбенту складався із стадії окиснення та стадії модифікування йонами кобальту промислового вугілля марки Norit SAE Super. Для окиснення вихідного активованого вугілля застосовувалась методика окиснення концентрованою нітратною кислотою при кип'ятінні протягом двох годин з наступним відмиванням від нітрат-йонів до нейтрального значення рН. Потім на основі отриманого вугілля отримували кобальт-вмісний композитний матеріал шляхом модифікування поверхні металічним кобальтом. В якості джерела кобальту використовували кристалогідрат $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Модифікація проводилася шляхом термічної обробки з перемішуванням і з додаванням розчину гідразину в інертному середовищі. Отриманий зразок промивали етиловим спиртом, а потім дистильованою водою і висушували близько 20 годин.

При дослідженні адсорбційних властивостей отриманого композитного вуглецевого адсорбенту вивчалось вилучення різних неорганічних поллютантів, серед яких йони міді, феруму та йоду, за змінних умов. Дослідження адсорбційної активності проводили статичним методом. Зокрема використовували вихідні модельні водні розчини CuSO_4 і $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ з однаковою вихідною концентрацією за йонами Cu^{2+} та Fe^{3+} , яка становила 0,4 г/дм³. До 100 см³ вихідних розчинів додавали по 1 г досліджуваних вуглецевих композитів. Початкову та поточну концентрацію Cu^{2+} і Fe^{3+} визначали фотоколориметричним методом. Для цього іон міді Cu^{2+} за допомогою 5%-вого розчину NH_4OH зв'язували в комплекс $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]_2$, дослідження оптичної густини якого проводили при довжині хвилі 615 нм. А іон Fe^{3+} зв'язували за допомогою 25%-вого розчину сульфосаліцилової кислоти $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S}$ і вимірювали

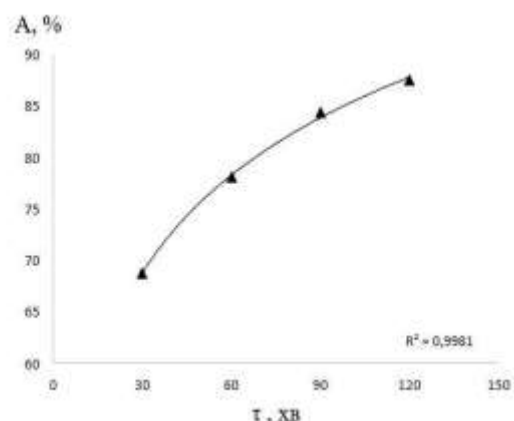
					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оптичну густину при довжині хвилі 504 нм. За попередньо побудованими калібрувальними кривими знаходили рівноважну концентрацію досліджуваних іонів Cu^{2+} і Fe^{3+} .

За отриманими експериментальними даними обчислювали ступінь адсорбції (A,%). Результати цього дослідження представлені на рисунку 10.1



(1)



(2)

Рисунок 10.1 – Ступінь адсорбційного вилучення Cu^{2+} (1) та Fe^{3+} (2).

Як видно з рисунку, синтезований композит проявляє високу ефективність по відношенню до іонів міді і заліза. Для Cu^{2+} максимально досягнутий ступінь адсорбційного вилучення становить 99,1 %, а для Fe^{3+} він складає 87,5 %.

Отже, можна зробити висновко, що модифікація поверхні окисненого вугілля сприяє збільшенню його адсорбційної здатності по відношенню до катіонів.

ВИСНОВКИ

У даному дипломному проекті розроблена технологічна схема очищення стічних вод з послідовним введенням адсорбенту від йонів міді продуктивністю 25 м³/год. В якості адсорбенту обрано вугілля Norit SAE SUPER. Наведено опис технологічної схеми. Розраховано основний технологічний апарат – реактор з рамним перемішувальним пристроєм об'ємом 32 м³ і висотою 5,085 м. А також допоміжне технологічне обладнання (насоси, механічний фільтр, бак) у відповідності із заданою продуктивністю.

На підставі аналізу особливостей технологічного процесу очищення стічних вод адсорбційним методом, його апаратурного оформлення та норм технологічного режиму розроблено схему автоматизації основних параметрів. В технологічній схемі передбачено контроль і регулювання витрати вхідної стічної води, рівня води у перемішувальних пристроях і рівня води у баках для очищеної води, а також контроль перепаду тиску на механічному фільтрі, рівня адсорбенту у мірниках, рівня води у відстійниках і температури після адсорбційного процесу.

В економічній частині дипломного проекту розраховано техніко-економічні показники даного виробництва, а саме: собівартість води на виході з цеху, собівартість 1м³ очищеної води і капіталовкладення. Собівартість 1 м³ води становить 10, 6 грн / м³.

На основі отриманих розрахунків доведено доцільність використання даного способу очищення стічної води.

На основі аналізу шкідливих та небезпечних факторів у розділі охорони праці проаналізовано безпечні умови проведення виробничого процесу, такі як: норми мікроклімату робочих місць, рівень освітлення, шуму та вібрацій.

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянуто екологічні питання щодо утилізації твердого залишку після процесу адсорбції. Його можна регенерувати і повторно використовувати для очищення вод. Розраховано вартість платежів за складування шламу (4 873,188 грн/рік).

					ДП ХН 5124 1440 000 ПЗ	Арк 76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Очистка производственных сточных вод. – Москва, изд. «Стройиздат», 1979. – 320 с.
2. Филатова Е.Г. Обзор технологий очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, основанных на физико – химических процессах: Стаття/ Е.Г. Филатова – УДК 628.3.
3. Адсорбционные методы очистки сточных вод. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecoalfa.ru/adsorption.html>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.
4. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Процессы и аппараты химических производств». Раздел «Гидродинамические процессы». – Киев КПИ, 1980. – 28 стр.
5. Порошковый активированный уголь Norit SAE SUPER . [Электронный ресурс]. – Доступ: http://ecofilter.com.ua/prod/ac/norit/sae_super_norit.htm , вільний.- Загол. з екрана. – Мова рос.
6. Фильтры осветлительные вертикальные ФОВ. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.teko-filter.ru/production/filtr-dlyochistki/fov>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.
7. Насосы Ebara CDX, CDXM. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://watton.ua/ru/nasos-kolesom-ebara-cdxm.html>, вільний. – Загал. з екрана. – Мова рос.
8. Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади [Текст]: навч. посіб. для студ.вищ. навч. закл. / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с. : іл. – Бібліогр.: с. 427-428. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-247-6.

9. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют. - інтегр. технології» / М.В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. – Бібліогр.: с. 230–231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.
10. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих
11. ДБН В.2.5-28-99. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення.
12. Основи охорони праці [Текст]. Підручник, 2-е видання, доповнене та перероблене / За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського – К.: Основа. 2006. – 448 с.

Таблиця А1 - Специфікація устаткування, виробів і матеріалів

Позиція на схемі	Назва параметра	Середовище, місце відбору інформації	Граничне значення параметра	Місце монтажу	Назва, технічна характеристика	Тип, марка моделі	Код	Завод-виробник	Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УСТАТКУВАННЯ ТА ПРИЛАДИ									
1-1	Витрата	Вода	25 м ³ /год	Трубопровід 1в	Діафрагма стандартна камерна, $P_y = 0,6$ МПа; $D_{тр} = 75$ мм	ДКС 0,6-75		ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ	1 од.
1-2	Те саме	Те саме	Те саме	Місцевий	Дифманометр безшкальний із квадратичною функцією перетворення; $\Delta P_{max} = 40$ кПа; клас точності 1; $P_{вих} = 20 \dots 100$ кПа	13ДД11 (мод. 720)		ВО «Теплоприбор», м. Рязань	1 од.
1-3 13-2				Щит керування	Прилад вторинний пневматичний показувальний реєструвальний; витрата повітря живлення – 6,5 л/хв, $P_{жив} = 0,14$ МПа, $P_{вих} = 20 \dots 100$ кПа	ПКП.1П		АТ «Саранский приборостроительный завод», м. Саранськ	2 од.
1-4 13-3				Щит керування	Регулятор пневматичний пропорційно-інтегральний (система СТАРТ); витрата повітря живлення – 4,5 л/хв, $P_{жив} = 0,14$ МПа, $P_{вих} = 20 \dots 100$ кПа	ФР0091		АТ «ТИЗПРИБОР», м. Москва	2 од.

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2-1	Перепад тиску	Вода, механічний фільтр	0,1 МПа	Апарат 1	Тензодатчик різниці тисків мікропроцесорний, температура 5...50 °С, матеріал мембрани – сплав 06ХН28МДТ; кл. точності 0,25; $I_{вих}$ = 4...20 мА	Сафір М мод. 2460		ЗАТ «Манометр», м. Харків	1 од.
2-2 5-2 8-2 11-2				Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з вбудованим пристроєм сигналізації : $I_{вих}$ = 4...20 мА; вхідні сигнали: 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М	ДИСК-250М		ЗАТ „Промышленная группа «Метран»”, м. Челябинськ	4 од.
3-1 6-1 9-1	Рівень	Вода	3м	Апарат 2, 4,6	Радарний рівнемір частота електромагнітного сигналу – 94 ГГц, ширина вимірювального променя 4 град.; максимальний діапазон вимірювання рівня 0,6...30 м, абсолютна похибка ± 1 мм, температура контролюваного продукту – не обмежена, робоча температура навколишнього середовища в місці встановлення датчика (- 60)...50 °С; $I_{вих}$ = 4...20 мА;	УЛМ-11		ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ	3 од.
3-2 6-2 9-2	Те саме	Те саме	Те саме	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М	ДИСК-250ДД		ЗАТ „Промышленная группа «Метран»”, м. Челябинськ	3 од
					Регулятор мікропроцесорний восьмиканальний. Забезпечує сигналізацію та контроль і	МТР-44	1	ВАТ «Підприємство “МІКРОЛ”»,	

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3-3 6-3 9-3	Те саме	Те саме	Те саме	Щит керування	автоматичне регулювання восьми технологічних параметрів; (вибір логіки наступного кроку програми: за досягненням параметром заданого значення, за комбінацією часу та контрольованого параметра) і вбудовані таймери для керування різним технологічним устаткуванням, у тому числі програмування керування реверсивними механізмами; вихідні сигнали: аналогові: 0...5 мА, 0...20мА, 4...20 мА, 0...10 В; дискретні: через транзистор – до 40 В, 100 мА; через реле – до 220В, 8 А. Основна зведена похибка вимірювання $\pm 0,2$ %			м. Івано-Франківськ	3 од.
КМ1 КМ2 КМ3 КМ4 КМ5 КМ6 КМ7 КМ8 КМ9 КМ10 КМ11 КМ12 КМ1	Те саме	Те саме	Те саме	Місцевий	Контактори електромагнітні, Номінальний струм контактів головного кола 250А (50 Гц), номінальна напруга 400 В.	КТ – 5032Б		ВО «Електроприбор» м. Чербоксари	13 од.

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3									
4-1, 7-1, 10-1	Рівень-	Адсорбент	0,5 м	Апарати 10.1...10.3	Датчики-реле рівня ємнісні діапазон контролю: для пластинчастого, стрижньового, циліндричного ЧЭ 0,5...2,5 м, кабельного, тросового – 2...22 м (на замовлення довжина будь- яка), робочий надлишковий тиск до 2,5 МПа (на замовлення – до 6,3 МПа), температура контрольованого середовища (- 100) ...250 °С; напруга живлення 220 ±10) В, частота (50/60 ± 1) Гц або 24 В постійного струму; споживана потужність не більше 9,0 В·А; вихідний сигнал: релейний; струмовий з індикацією на зовнішньому показувальному приладі	РИС- 101, РИС- 101И		ЗАТ «Укртехприлад» м.Київ	3 од.
5-1, 8-1, 11-1	Рівень	Вода	3 м.	Апарат 3, 6, 9	Рівнемір буйковий з електричним передавальним перетворювачем, $L_{\max} = 4$ м, $p_{\text{доп}} =$ 4 МПа, $I_{\text{вих}} = 0...5$ мА	УБ-Е		ВО «Теплоприбор», м. Рязань	3 од.
13-1	Рівень	Вода, бак	3 м.	Бак 8	Рівнемір буйковий з пневматичним передавальним перетворювачем, $L_{\max} = 4$ м, $p_{\text{доп}} =$ 4 МПа, $P_{\text{вих}} = 20...100$ кПа	УБ-ПА		ВО «Теплоприбор», м. Рязань	1 од.
12-1	Температура	Вода, трубопровід	15...25 °С	Трубопровід 1в	Термоперетворювач опору платиновий, НСХ 50П, діапазон вимірювання (-50)...60 °С, $P_{\max} =$ 25 МПа, довжина монтажною частини 200...3150 мм, захисна	ТСП- 1288		НВО «Електротермія», Приладобудівний з-д, м. Луцьк	1 од.

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					арматура – сталь 8Н10Т; інерційність 30 с, клас допуску 2				
12-2	Те саме	Те саме	Те саме	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний при- лад вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М	ДИСК- 250ДД	1	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ	1 од.
1-5 13-4	Сенсор кінцево го поло- ження регулю- вальног о органу	Кінцеве по- ложення		Трубопро- від	Механізм виконавчий мембранний пневматичний прямої дії з позиціонером ПП- 1.25 і боковим дублером; робоча хода штока (залежно від діаметра мембрани: 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм) 10, 16, 25, 40,60 мм; $P_{живл} = 0, 25$ МПа	МИМП ППХ 05		ВАТ «Прикарпат- промарматура», м. Івано-Франківськ	2 од.
3-4 3-5 3-6 3-7 3-8 6-4 6-5 6-6 6-7 9-4 9-5 9-6 9-7	Те саме	Те саме	Те саме	Трубопров ід	Механізм виконавчий електричний однообертовий: 6,3 – номінальний обертовий мо- мент на вихідному валу, Н·м; 12,5 – номінальний час повного ходу вихідного валу, с; 0,25 – номінальний повний хід вихідного валу, об	МЭО-		Севанський завод електричних виконавчих механізмів, м. Севан	13 од.
1-6 13-5				Щит керування	Перетворювач пневмоелектричний, $P_{вх} =$ 20...100 кПа;	МТМ40 00PI		ТОВ НВП «Мікротерм»,	2 од.

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					$I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ (0...20 мА, 4...20 мА); граничнодопустима основна зведена похибка $\pm 0,5$; $P_{\text{мах}} = 400$ кПа; $P_{\text{жив}} = 140$ кПа; діапазон робочих температур 5...50 °С; монтаж на Din-рейку; індикація вимірюваного параметра; інтерфейс RS-485			м. Сіверодонецьк	
1-7 2-3 13-6				Щит керування	Перетворювач електропневматичний, $I_{\text{вх}} = 0 \dots 5$ мА, $P_{\text{вих}} = 20 \dots 100$ кПа; граничнодопустима основна похибка $\pm 0,5$;	МТМ 810		ТОВ НВП «Мікротерм», м. Сіверодонецьк	3 од.
Електроапарати									
МП1 МП2 МП3 МП4 МП5 МП6 МП7				Місцевий	Пускач магнітний безконтактний нереверсивний з тепловим реле РТТ-326 136-160А, кнопками «ПУСК» і «СТОП» для керування трифазними асинхронними електро= двигунами з короткозамкнутим ротором [приводи насосів, мішалок іншого технологічного устаткування з однобічним обертанням]; номінальний робочий струм 160 А; додаткові контакти: 2 н. р. і 2 н. з.; номінальна робоча напруга 220, 45 кВт	ПМ12-160210 У2 В	1	ВАТ «Кашинский завод електроапаратури», м. Москва	7 од.
SA1, SA2				Місцевий	Кнопка запобіжного вимикання; номінальна робоча напруга: змінна (частота 50/60 Гц) 660 В, постійна – 440 В, номінальний тепловий струм – 10 А	КМЕ-5111 УЗ		ТОВ «Кам'янець-Подільський електромеханічний завод»	7 од.
SB1,				Щит ке-	Пост управління кнопочвий,	ПКУ		ЗАТ «Променерго-	

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SB2, SB3, SB4				рування	кількість елементів управління – 2; номінальна напруга ізоляції (за змінного струму частотою 50/60 Гц) 660 В, номінальний тепловий струм 10 А; температура довкілля від (-40) °С до 40 °С, відносна вологість повітря 98 %, комутаційна зносостійкість 1 000 000 циклів	15-21-131 У3		автоматика», м. Київ	7 од.
HL1, HL2, HL3, HL4				Щит керування	Лампа сигнальна світлодіодна із жовтим індикатором $U_{\text{жив}} = 220$ В, Гц, $d = 27$ мм, сила світла 20 мКд	СКЛ-11-Ж-2-220		ВАТ «Кашинский завод электроаппаратуры», м. Москва	4 од.
HL5, HL7				Щит керування	Лампа сигнальна світлодіодна із зеленим індикатором («ПУСК») $U_{\text{жив}} = 220$ В, 50/60 Гц, $d = 27$ мм, сила світла 20 мКд	СКЛ-11-3-2-220		ВАТ «Кашинский завод электроаппаратуры», м. Москва	7 од.
HL6, HL8				Щит керування	Лампа сигнальна світлодіодна із червоним індикатором («СТОП»), $U_{\text{жив}} = 220$ В, 50/60 Гц, $d = 27$ мм, сила світла 20 мКд	СКЛ-11-К-2-220		ВАТ «Кашинский завод электроаппаратуры», м. Москва	7 од.